



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA**

**“ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA  
ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA I EN LA CARRERA DE  
MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”**

Trabajo de Titulación previo a la obtención  
del Título de Licenciado en Ciencias de la  
Educación en Matemáticas y Física

**AUTORES:**

Karla Viviana Garcés Villacís

C.I. 0105933055

Vilma Briseyda Romero Chimbo

C.I. 0104880455

**DIRECTOR:**

Dr. Alberto Santiago Avecillas Jara

C.I. 1704208816

**CUENCA – ECUADOR**

**2017**



## RESUMEN

Esta Tesis titulada "Elaboración de Material didáctico para la enseñanza de temas de Física I en la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca" quiere potenciar la enseñanza de la Física a través del uso de diferentes dispositivos didácticos. El Proyecto se dividió en tres partes.

La primera parte hace una revisión de algunos conceptos teóricos básicos, que están relacionados con el constructivismo. La parte final del capítulo propone el uso de modelos físicos para enseñar Física I en educación superior y media.

La segunda parte de la tesis desarrolla un análisis estadístico a partir de algunas encuestas que fueron respondidas por algunos estudiantes de la carrera. El análisis muestra la opinión de los estudiantes sobre la enseñanza de la física y algunas recomendaciones sobre el uso de material didáctico. Los resultados se muestran a través de gráficos estadísticos y algunas inferencias.

El último capítulo consiste en una guía para el uso de cada material didáctico. La guía presenta las características de cada material y hace algunas recomendaciones para los maestros. Finalmente, se elabora una hoja de trabajo para probar conceptos básicos.

**Palabras clave:** Física, material didáctico, dispositivos didácticos, modelos físicos, constructivismo.



## **ABSTRACT**

This Thesis entitled as “Elaboración de Material didáctico para la enseñanza de temas de Física I en la carrera de Matemáticas Y Física de la Universidad De Cuenca” wants to enhance the teaching of Physics through the use of different didactical devices. The Project was divided into three parts.

The first part makes a review of some basic theoretical concepts, which are related to the Constructivism. The final part of the chapter proposes the use of physical models in order to teach Physics I in higher and mid – level education.

The second part of the thesis develops a statistical analysis from some surveys which were answered by some students of the faculty. The analysis shows the students’ opinion about the teaching of physics and some recommendations about the using of didactical material. The results are shown through statistical graphics and some inferences.

The last chapter consists of a guide for the use of each didactical material. The guide features the characteristics of each material and it makes some recommendations for teachers. Finally, a worksheet is elaborated in order to test basic concepts.

**Keywords:** Physics, teaching material, didactical devices, physical models, constructivism.



## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	14
CAPITULO I .....	15
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	15
El constructivismo y su reseña histórica .....	15
Dificultades y Retos en la enseñanza de la Física .....	16
El Aprendizaje de la Física a partir del Constructivismo .....	18
Didáctica de la Física. ....	20
Aplicación de modelos en la enseñanza de la Física .....	22
CAPÍTULO II .....	25
FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA.....	25
DIAGNÓSTICO .....	25
Presentación del Problema .....	25
Selección de la población.....	26
Metodología.....	26
Análisis de la encuesta .....	26
Interpretación de resultados. ....	46
CAPÍTULO III .....	47
PROPUESTA.....	47
Esquema de la Propuesta.....	48
Matriz de planeación .....	49
GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE .....	49
VECTORES UNITARIOS EN 3D.....	51
COMPONENTES RECTANGULARES DE UN VECTOR.....	55
JUEGO DE VECTORES EN 2D Y 3D .....	56
COMPONENTES RECTANGULARES DE UN VECTOR.....	60
VECTOR DESPLAZAMIENTO .....	61
VECTORES DESPLAZAMIENTO ENTRE DOS PUNTOS ESPECÍFICOS.....	64
PRODUCTO DE VECTORES.....	65
PRODUCTO VECTORIAL DE VECTORES.....	69
JUEGO DE VECTORES DE ÁNGULO PLANO .....	71
VECTOR ÁNGULOS PLANOS .....	75
JUEGO DE MANIJAS.....	76
TORQUE.....	79
PAR, TORQUE DE UN PAR .....	81
VECTORES CONCURRENTES .....	82



TORQUE DE N FUERZAS CONCURRENTES .....	86
VECTORES COPLANARES .....	88
COMPOSICIÓN DE FUERZAS APLICADAS SOBRE UN CUERPO RÍGIDO .....	91
VECTORES COPLANARES .....	92
COMPOSICIÓN DE FUERZAS COPLANARES .....	95
FUERZAS PARALELAS.....	97
COMPOSICIÓN DE FUERZAS PARALELAS.....	100
CENTRO DE MASA DE UN SISTEMA DE MASAS PUNTUALES .....	101
CENTROS DE MASA .....	104
PLACA DE EQUILIBRIO.....	106
EQUILIBRIO DE UN CUERPO RÍGIDO .....	109
TORNO .....	110
OTRAS MÁQUINAS SIMPLES .....	113
GRÁFICA DE DESPLAZAMIENTO Y VELOCIDAD .....	114
MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME.....	118
CURVA PARABÓLICA .....	119
MOVIMIENTO DE UN PROYECTIL.....	124
CURVA EN EL PLANO.....	126
CURVA EN EL ESPACIO .....	128
CONCEPTOS DE POSICIÓN, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN LINEALES. ....	131
VECTORES EN EL MOVIMIENTO ANGULAR.....	133
CONCEPTOS DE POSICIÓN, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN ANGULARES. ....	136
CONCLUSIONES.....	138
RECOMENDACIONES.....	139
Bibliografía .....	140
ANEXOS .....	141



## Lista de tablas:

Tabla 2. 1 Frecuencia con la que los estudiantes realizaban las tareas.....	27
Tabla 2. 2 Tiempo utilizado para ampliar conocimientos de Física. ....	28
Tabla 2. 3 Estudio de la materia de Física I en la secundaria.....	29
Tabla 2. 4 Horas de clase por semana destinadas a Física I en la secundaria.....	30
Tabla 2. 5 Facilidad de los estudiantes para resolver ejercicios de Física I.....	31
Tabla 2. 6 Facilidad de los estudiantes para comparar ejercicios de Física I con la vida diaria.....	32
Tabla 2. 7 Porcentaje de nivel de comprensión en temas estudiados en Física I.....	33
Tabla 2. 8 Frecuencia con la que los estudiantes consultaban sus dudas sin temor.....	34
Tabla 2. 9 Tiempo dedicado a despejar dudas dentro de la clase. ....	36
Tabla 2. 10 Existencia de respeto en el aula de clases. ....	37
Tabla 2. 11 Frecuencia con la que el docente comparaba la teoría con la práctica. ....	38
Tabla 2. 12 Frecuencia con la que el docente utilizaba la creatividad.....	39
Tabla 2. 13 Colaboración del docente con tutorías para los estudiantes.....	40
Tabla 2. 14 Colaboración del maestro con el estudiante en la realización de tareas.....	41
Tabla 2. 15 Utilización de material didáctico para mayor comprensión en los alumnos. ....	42
Tabla 2. 16 Utilidad del uso de material didáctico.....	43
Tabla 2. 17 Necesidad del uso de material didáctico en el aula de clase.....	44
Tabla 2. 18 Material de mayor utilidad para el aprendizaje.....	45

## Lista de Gráficos

Gráfica 2. 1 Frecuencia con la que los estudiantes realizaban las tareas. ....	27
Gráfica 2. 2 Tiempo utilizado para ampliar conocimientos de Física.....	28
Gráfica 2. 3 Estudio de la materia de Física I en la secundaria. ....	29
Gráfica 2. 4 Horas de clase por semana destinadas a Física I en la secundaria. ....	30
Gráfica 2. 5 Facilidad de los estudiantes para resolver ejercicios de Física I. ....	31
Gráfica 2. 6 Facilidad de los estudiantes para comparar ejercicios de Física I con la vida diaria. ....	32
Gráfica 2. 7 Porcentaje de nivel de comprensión en temas estudiados en Física I.....	33
Gráfica 2. 8 Frecuencia con la que los estudiantes consultaban sus dudas sin temor.....	34
Gráfica 2. 9 Tiempo dedicado a despejar dudas dentro de la clase.....	36
Gráfica 2. 10 Existencia de respeto en el aula de clases ....	37
Gráfica 2. 11 Frecuencia con la que el docente comparaba la teoría con la práctica.....	38
Gráfica 2. 12 Frecuencia con la que el docente utilizaba la creatividad.....	39
Gráfica 2. 13 Colaboración del docente con tutorías para los estudiantes.....	40
Gráfica 2. 14 Colaboración del maestro con el estudiante en la realización de tareas.....	41
Gráfica 2. 15 Utilización de material didáctico para mayor comprensión en los alumnos.....	42
Gráfica 2. 16 Utilidad del uso de material didáctico.....	43
Gráfica 2. 17 Necesidad del uso de material didáctico en el aula de clase.....	44
Gráfica 2. 18 Material de mayor utilidad para el aprendizaje.....	45



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**CLÁUSULA DE DERECHO DE AUTOR**

Karla Viviana Garcés Villacís, autora del Trabajo de Titulación “ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA I EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciada en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo no implicará afección alguna de mis derechos o patrimoniales como autora.

Cuenca, 25 de mayo de 2017.

---

Karla Viviana Garcés Villacís

C.I. 0105933055



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Karla Viviana Garcés Villacís, autora del Trabajo de Titulación “ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA I EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 25 de mayo del 2017

Karla Viviana Garcés Villacís

C.I. 0105933055





UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE DERECHO DE AUTOR

Vilma Briseyda Romero Chimbo autora del Trabajo de Titulación “ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA I EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciada en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo no implicará afección alguna de mis derechos o patrimoniales como autora.

Cuenca, 25 de mayo de 2017

Vilma Briseyda Romero Chimbo

C.I. 0104880455



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Vilma Briseyda Romero Chimbo, autora del Trabajo de Titulación “ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA I EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 25 de mayo de 2017

---

Vilma Briseyda Romero Chimbo

C.I. 0104880455



## AGRADECIMIENTO

*Al haber culminado con éxito este trabajo de graduación, queremos primeramente agradecer a Dios por darnos vida y salud para avanzar en nuestra carrera profesional.*

*En segundo lugar queremos hacer extensivo el agradecimiento a nuestro director de tesis Dr. Santiago Avecillas Jara una persona muy sabia: quien con su paciencia y dedicación ha sabido guiarnos de la mejor manera en la realización de este trabajo.*

*Así mismo queremos agradecer a todos los profesores de la carrera quienes nos han compartido su conocimiento y respondido cada una de nuestras inquietudes, a nuestros compañeros estudiantes quienes al convivir con nosotras día a día en un salón de clases, nos han brindado su amistad y nos han hechos partícipes de sus experiencias y conocimientos.*

*Finalmente queremos hacer extensivo el agradecimiento a nuestra familia y amigos que de una u otra manera nos han apoyado para poder lograr nuestras metas propuestas.*

*A cada uno de ustedes gracias y que Dios les colme de bendiciones hoy y siempre.*

*Karla y Vilma.*



## DEDICATORIA

*El presente trabajo de graduación está dedicado a Dios por darme vida y salud para poder alcanzar mis metas planteadas.*

*Este trabajo quiero dedicarlo también a mis padres, quienes a pesar de que estuvieron mucho tiempo lejos de este país siempre estuvieron pendientes de mí aconsejándome e inculcándome valores para ser siempre una persona de bien. A mis abuelitos, quienes hicieron el papel de padres durante muchos años. A mis tíos(as) en especial Nubia y Magno, quienes me abrieron las puertas de su casa y me trataron como a una hija mas. A mi hijo Miguel, quien le da sentido a mi vida, es mi fuente de inspiración y mis ganas de superarme y ser mejor cada día. A mis hermanas: Claudia y Fernanda y a mi hermano: Luis quienes de una u otra forma han sido partícipes en esta etapa de mi vida.*

*A mi compañera de tesis y más que eso amiga Vilma Romero, por la paciencia y la dedicación empleada en este trabajo.*

*A mis amigos(as); Mateo, Juan, Natalia, Lucia, Karen y demás personas quienes me han brindado su amistad y siempre han estado dispuestos(as) a compartir conmigo sus conocimientos para ayudarme a despejar mis dudas.*

*Por último quiero dedicar este trabajo de graduación a mi esposo Jhofre por hacer posible la realización de esta tesis brindándome todo el apoyo económico, estar siempre presente incondicionalmente, ser mi fuerza e impulsarme siempre a seguir adelante y cumplir mis metas.*

Karla Garcés



## DEDICATORIA

*La presente Tesis está dedicada en primer lugar a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.*

*A mi querida madre Rosario que, por su amor, por su paciencia, por su dedicación y por todo el esfuerzo que hizo para ayudarme a lograr cada una de mis metas propuestas, porque me supiste formar con buenos valores, hábitos y sentimientos lo cual me han ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles, me faltan palabras para agradecerte mi ángel que me cuidas desde el cielo.*

*A mi padre y a mis hermanas por todo el apoyo brindado, pero en especial para ti Norma que muchas veces tuviste que hacer el rol de madre y me supiste inculcar buenos valores.*

*A mí amada hija Alyna por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día y así tener un futuro mejor.*

*Finalmente a mi esposo por la confianza, paciencia y amor que me brinda día a día, a mis amigas Karla, Lucia, Natalia, Karen, hnas. López, Mateo y demás personas que contribuyeron para lograr mis objetivos.*

Vilma Romero



## INTRODUCCIÓN

La Física y su enfoque educativo se han vistos beneficiados durante los últimos años debido al surgimiento de diversas herramientas, las cuales han provenido de la tecnología y nuevas propuestas educativas. No obstante, los procesos educativos en el campo de la enseñanza de las ciencias también han mostrado ciertas falencias, producto de metodologías carentes de pedagogía y de creatividad.

Las nuevas teorías educativas ponen de manifiesto una nueva perspectiva, la cual busca enseñar la Física a nuevas generaciones de estudiantes e impulsarlos hacia un pensamiento más crítico e incluso, hacia una carrera científica. En particular, el Constructivismo, cuya teoría ha sido elaborada en el transcurso de estos años bajo la tutela de diversos autores, enfatiza en el uso de diversos recursos a fin de obtener un aprendizaje significativo en el estudiante.

Los materiales didácticos, entendidos como maquetas o dispositivos lúdicos, son posiblemente los elementos de más amplio uso entre docentes. La comunicación de una idea resulta ser más sencilla si es que esta puede ser representada de manera gráfica. Sin embargo, un material didáctico requiere de un soporte didáctico que permita su correcta inserción en la labor pedagógica. Por tanto, cada material debe ser conducido a partir de una guía de trabajo.

Las Físicas analizadas en la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca precisan de un soporte adicional para su enseñanza. Durante años, la enseñanza de algún tema se vio complementada con el uso del material del laboratorio o con la utilización de algún recurso del docente. No obstante, la realidad actual de la carrera obliga a la implementación de material didáctico, la cual se espera, llene las expectativas dentro de cada asignatura. De este modo, el material didáctico se convierte en un nuevo protagonista que junto al docente, buscan concretar aquellas ideas establecidas en el Constructivismo.



## CAPITULO I

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### **El constructivismo y su reseña histórica**

En el ámbito educativo actual se han producido diversas transformaciones, las cuales apuntan a promover una enseñanza más centrada en el estudiante y su contexto. La búsqueda de propuestas viables ha desencadenado una investigación por parte de educadores e incluso de otros expertos quienes, desde su área de conocimiento, han puesto a disposición diversas técnicas y estrategias. Una de las corrientes pedagógicas que se alinea con este objetivo es el Constructivismo, el cual en esencia promueve una construcción más dinámica del conocimiento, pues el docente abandona aquel papel hegemónico para pasar a convertirse en un facilitador y mediador; el alumno asume mayores responsabilidades en su autoaprendizaje y al contexto de trabajo existente en el aula se suman iniciativas didácticas novedosas.

Inicialmente, la escuela constructivista habría de alimentarse de concepciones previas que se enfocaban en la construcción activa del conocimiento del aprendiz. En sus tratados sobre el aprendizaje, Ausubel ya cuestionaba la manera negativa en la que el aprendizaje por repetición influía en los educandos, de tal manera que para este investigador (citado por Cakir, 2008), la información memorizada que ingresa en la estructura cognitiva del sujeto es incapaz de generar un impacto dentro los conceptos previos del estudiante. De este modo, otros expertos como Piaget, hablaron sobre la existencia de patrones mentales, los cuales constituyen un banco de información que permite explicar y dar sentido a los fenómenos que circundan a la persona; por tanto, si el hecho que se analiza y coteja llega a representar algo relevante para el sujeto, este será incorporado como un aprendizaje a largo plazo.

Vygotsky, por su parte, instauró un concepto para trasladar los conocimientos previos de un estudiante a un nuevo nivel; así su investigación describió la existencia de una zona de



desarrollo próxima. Según esta teoría: “la ZDP constituye la distancia entre el nivel real de desempeño determinado por la resolución independiente de ejercicios y el nivel de desempeño potencial determinado a través de la resolución de problemas bajo la tutela de un adulto o en colaboración con pares más capaces”. En este proceso se denota la importancia de una comunicación efectiva entre quien busca alcanzar nuevos conocimientos y su facilitador, y como ya se ha visto, resulta necesario indagar sobre lo que ya conoce el estudiante para generar más réditos en el aprendizaje.

De las teorías planteadas asoma al aprendizaje significativo, quizá como el concepto más relevante dentro de la teoría constructivista; de este modo: “Ausubel sugiere que una efectiva instrucción requiere que el profesor elija información relevante para enseñar y que provea los medios para ayudar a los estudiantes a relacionar aquellos conceptos con lo que él ya conoce” (Slavin, 1988).

A modo de resumen, la teoría constructivista incorpora diversas teorías sobre las que descansa su labor. Por otro lado, se requiere concienciar sobre el rol que deben asumir estudiantes y docentes dentro de este marco dinámico de trabajo. Adicionalmente es importante manifestar que la parte operativa que se encargue de cubrir esta propuesta educativa debe ser sustentada en técnicas y herramientas que respondan con la solidez adecuada y que de esta manera permitan dar ese salto de la mera teoría y especulación hacia la práctica.

### **Dificultades y Retos en la enseñanza de la Física.**

Al hablar de las dificultades instaladas en la enseñanza de Física, se hace referencia a aquellos aspectos que juegan en contra del docente al momento de transmitir conceptos. Uno de los primeros inconvenientes al que apuntan muchos expertos es el deficiente dominio de conceptos básicos de Física que poseen los estudiantes. Resulta evidente que mientras se





carezca de una comunicación de ideas a partir de principios físicos perfectamente asimilados, será imposible incorporar nuevo contenido; este hecho ha concitado la búsqueda de soluciones; así Wieman (2007) manifiesta que dicha problemática ha motivado a que muchos investigadores educativos en Física analicen con qué profundidad los estudiantes aprenden los conceptos básicos en sus cursos introductorios de la asignatura. De esta manera, países norteamericanos y europeos han estandarizado pruebas generales de Física General para medir la idoneidad de los candidatos que postulan a una carrera científica.

Mientras, que por un lado, la comprensión de conceptos básicos de Física es una falencia educativa indiscutible, la misma se ve agudizada por la carencia de pedagogía al elaborar los contenidos durante una clase. De este modo, los inconvenientes que se observan en los estudiantes para retener conceptos no resultan sorprendidos si se advierte que el docente emite una enorme cantidad de información compleja en contraste con el tiempo del que él dispone. Wieman (2007), presentó un experimento diseñado para medir la capacidad de comprensión entre profesores y estudiantes de postgrado en una universidad norteamericana; ellos observaron un video sobre un tema de física dictado por una eminencia en la materia y posteriormente debieron responder un test que constaba de 6 preguntas; un porcentaje poco menor al 10% atinó a todas las respuestas.

En cuanto a procesos cognitivos (aquellos que se relacionan con la manera en la que la información es captada, organizada y utilizada), existe cierta incertidumbre respecto a cuál sería la manera más efectiva para elaborar la transmisión de contenidos. Hoy en día, la psicología cognitiva reitera en las diversas formas de aprender que poseen las personas y en este marco de discusión, se hace referencia a las representaciones mentales, que constituyen la manera en la que un contenido es asimilado dentro de la estructura cognitiva del sujeto. Al respecto se afirma:



Johnson- Laird postula que existen por lo menos tres clases de representaciones mentales distintas: las representaciones proposicionales, definidas como cadenas de símbolos, similares al lenguaje natural, en el sentido que necesitan de reglas sintácticas (relaciones de lógica formal o reglas de producción) para combinarse, pero que no se confunden con él; los modelos mentales, análogos estructurales del mundo, y las imágenes, definidas como visuales del modelo. (Ileana & Moreira, 1998)

La eficiente transmisión de contenidos conduce a una tarea más compleja y que se convierte en el reto por excelencia del maestro: el enseñar a estudiar Física como lo hacen los científicos. El reto de una enseñanza pragmática de la Física supone que el docente tenga en cuenta algunas pautas. Preliminarmente, los estudiantes se hallan envueltos en una rigidez que prácticamente los obliga a aprender y deja de lado la espontaneidad; un experto señala al respecto que: “los profesores podrían permitir a los estudiantes tener libertad para encontrar la información deseada. Los estudiantes deben ser permitidos para probar sus ideas e inventar maneras de registrar lo que ven y puedan hacer sus propias preguntas” (Tamir, 1983, p. 65)

### **El Aprendizaje de la Física a partir del Constructivismo**

Al haber analizado las dificultades y retos que implica la enseñanza de Física en los tiempos actuales, se insistió en la necesidad de considerar los criterios de los estudiantes y comprender las limitaciones naturales que pueden existir durante su aprendizaje; sin embargo, la apertura que el docente brinde debe ser manejada a partir de los principios que rigen al Constructivismo, de esta manera será posible delinear un marco óptimo de trabajo en el aula de clase.

En la mayoría de las ocasiones, la introducción de un concepto nuevo se rige a lo que, de manera literal, propone el texto de trabajo o el docente; los expertos afirman que la mente jamás será capaz de asimilar aquellos contenidos elaborados por otros, pues impiden el



proceso de reconstrucción por parte del estudiante. Respecto a esta problemática el constructivismo plantea una premisa importante, la cual considera que: “los estudiantes albergan una extensa variedad de concepciones alternas acerca de objetos y eventos al momento de ingresar a la instrucción formal” (Wandersee, J, & Novak, 1994, p. 178)”. Es prudente esperar entonces, que cada concepto elaborado por el profesor sea procesado, contrastado y modificado de acuerdo a lo que ya conoce el sujeto sobre ese hecho. Por otro lado, aquellas ideas erróneas que los estudiantes acarrean y no encuentran un respaldo necesario tienden a sufrir modificaciones, de esta manera: “cuando un aprendiz encuentra situaciones en las que sus esquemas existentes no pueden explicar la nueva información, dichos esquemas deben ser cambiados o deben hacerse otros nuevos” (Cakir, 2008).

Cuando un profesor plantea el concepto de inercia, por ejemplo, él lo enuncia como aquel estado de movimiento o de reposo permanente que podría ser alterado debido a la acción de una fuerza externa y acto seguido, coloca la ecuación del movimiento  $\sum F = ma$ ; esta anticipación apenas ha colocado al concepto en un ámbito proposicional; por el contrario, si el docente parte de un tópico conocido como precauciones del conductor y hace alusión a elementos de seguridad, tales como airbag o cinturón, que los automóviles llevan con el fin de evitar un accidente producto de un inesperado frenado, en ese instante se podría crear una conexión de lo teórico con lo cotidiano, lo cual atribuye un sentido a lo establecido en el principio de Newton y de paso lo contextualiza en el marco de una situación real. De esta manera, los principios de un aprendizaje significativo se alinean con el siguiente criterio: “una persona llega a alinearse a una concepción porque esta ayuda a interpretar experiencias, resolver problemas y llenar necesidades emocionales” (Cakir, 2008).

Una vez que el conocimiento físico es entendido como un conjunto de conceptos que se relacionan con el contexto cotidiano del sujeto, resulta necesario incentivar una aplicación de los mismos en diversas situaciones. El constructivismo dicta algunos mecanismos mediante



los cuales el profesor puede generar oportunidades para que los estudiantes lleven a cabo esta tarea. Por una parte, los laboratorios otorgan una valiosa experiencia que entrelaza la teoría con la práctica y como bien lo manifiesta Dawe (2003) los resultados positivos pueden ser resultado de una apropiación de los conceptos aprendidos, por parte de los estudiantes, así como un descubrimiento individual de “nuevos conceptos” durante el trabajo práctico.

En otro escenario, el contacto con la naturaleza y museos científicos otorga también posibilidades de conectarse con el mundo natural que se estudia. Entre otras de las actividades factibles se sugiere incentivar a la re- escritura de los conceptos físicos por parte de los estudiantes, de tal manera que ellos son estimulados a desarrollar explicaciones y justificarlas, lo cual también desencadenaría en la formación de un pensamiento crítico.

### **Didáctica de la Física.**

Cuando se hace referencia al término didáctica se puede hacer un análisis etimológico, el cual manifiesta que dicha palabra proviene del griego didaskein, cuyo significado es enseñar. Con el paso del tiempo, la didáctica se ha consolidado como una disciplina de gran base conceptual, mediante la cual se intentan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y bajo la cual se aglutinan y analizan diversos aspectos inherentes al proceso educativo; así en palabras de Gundem (1998), el término didáctica puede también significar: las personas que tienen la habilidad para enseñar y aprender, los soportes para la enseñanza, que incluyen los medios y los métodos, el ambiente de enseñanza, entre otras cosas.

Al relacionar a la didáctica con lo que sostiene el enfoque constructivista, se generan algunas repercusiones que dan diversas pautas sobre la manera de encarar el proceso didáctico de la Física. En primer lugar, se vuelve necesario establecer las directrices o propósitos que rigen al proceso educativo; en este punto se puede resaltar lo que plantea el Dr. Santiago Avecillas en su texto guía de trabajo:



Es nuestro deseo tratar de conseguir, a través de estas obras, que el estudiante descubra, elabore aprenda y maneje las leyes de la Física, como una ciencia natural que es, antes de convertirse exclusivamente en un "autómata hábil para resolver problemas. Además, pretendemos que una vez que el alumno capte la metodología, sea capaz de crecer por su propia cuenta. (ASAJ, 2007)

En este lineamiento se destaca aquel criterio que ya ha sido asumido de manera previa, el cual recalca en hacer una Física coherente con las expectativas del estudiante y en la que se intente generar un aprendizaje significativo. Así, se puede avizorar el rol del docente, quien deberá desempeñar un papel de mediador, poniendo al alcance del estudiante todos aquellos contenidos complejos, pero siempre siendo consecuente con aquella conexión que debe haber entre lo teórico y lo práctico.

La visión didáctica de los contenidos apunta a generar solvencia en los estudiantes respecto al dominio de conceptos básicos, los cuales pueden ser considerados como la base sobre la cual se edifica el futuro aprendizaje del estudiante. En este punto resulta necesario volver sobre los pasos y rescatar aquello sobre lo que el constructivismo ha enfatizado, que es precisamente evitar que la pedagogía del profesor sea elaborada de modo tradicional; expertos de otras partes del mundo ponen al descubierto toda la ineficacia del tradicionalismo mediante la elaboración de estudios sobre la destreza de los estudiantes al resolver problemas de Física; Estados Unidos, por ejemplo, aplica una prueba estándar denominada FCI, cuyo objetivo es visibilizar las habilidades de los estudiantes para resolver problemas relacionados con la mecánica clásica. La inoperancia que tienen los estudiantes provenientes de medio ambientes donde se aplica una enseñanza tradicional es alarmante, y de este manera, se señala: "la clase tradicional es simplemente, poco exitosa en ayudar a la mayoría de los estudiantes a lograr dominio de conceptos fundamentales" (Wieman, 2007, pág. 63).



Al discutir sobre aquellos métodos y recursos didácticos capaces de volver operativos los objetivos planteados, se puede apreciar un interesante rango de opciones, que van desde el uso de softwares, guías didácticas hasta estrategias de aprendizaje elaboradas desde otras áreas del conocimiento. Existen propuestas que apelan a estimular las facultades cognitivas del sujeto; así la psicología propone elaborar un aprendizaje de conceptos físicos a partir de modelos mentales, los cuales visualizan al fenómeno desde lo abstracto, con sus relaciones correspondientes, y desde lo real, con algo tangible de por medio, que permita crear interacción entre el docente y el estudiante.

### **Aplicación de modelos en la enseñanza de la Física**

La manera en la que los conceptos o eventos son percibidos depende en gran medida, como lo manifiesta la teoría constructivista, de las percepciones previas del sujeto; sin embargo, gran parte del conocimiento científico proviene de un legado cultural. En términos de Duit, se puede señalar que “aunque cada individuo tiene que construir conocimiento por sí mismo, el proceso de construcción siempre tiene un componente social” (Duit, 1996, pág. 45). A partir de este discernimiento, la Física ha consolidado mecanismos específicos, que permiten dar explicación a la comunidad científica o educativa de diversos fenómenos naturales que han sido estudiados a lo largo del tiempo.

Posiblemente, los estudiantes de preescolar habrán sentido asombro con aquellas fascinantes esferas de tamaños y colores diferentes que se sostenían sobre hilos y simbolizaban un sistema solar. Aquella educación inicial basada en el uso de maquetas o modelos físicos tuvo gran repercusión, pues sus características lúdicas y visuales generaban una interacción adecuada con quienes apenas empezaban a percatarse de lo que tenían a su alrededor.



Para Ornek (2008), un modelo físico es una representación física de algo que puede ser un objeto puntual, un móvil por ejemplo, o en su defecto, un sistema extenso, como es el caso del sistema solar. Esta primera aproximación, sin lugar a duda, significa un avance importante en las relaciones que el estudiante tiene con su entorno ya que le permite apropiarse del concepto al estar en contacto físico con aquello que estudia. No obstante, para niveles de estudio superior, esta opción puede resultar un aporte insuficiente debido a la limitación que una gráfica o maqueta ofrece para comprender otros eventos que conciernen al objeto.

De este modo, aparece el lenguaje matemático, como aquel aliado indispensable que constituye una herramienta primordial dentro de cualquier disciplina científica. Es posible analizar el aporte al estudio de los fenómenos naturales tales como: movimientos de corrientes marítimas o tornados, que brinda el modelo físico- matemático, el cual hace uso de entes como ecuaciones para poder emitir una explicación más sustancial que se complementa con la imagen. Por otro lado, el entramado del modelo físico resulta de cierta manera complejo; así, un modelo constituye apenas una concepción, que busca aproximarse a la realidad y para ello se puede hacer uso de herramientas mucho más sofisticadas como las simulaciones. Tal es el caso de la NASA, que programa complejos algoritmos, que le permiten conocer con cierta certeza la respuesta de sus aparatos bajo ciertas condiciones preestablecidas.

Para el caso educativo, el uso de un modelo físico pasa fundamentalmente por un fin didáctico y, como bien lo manifiesta Ornek (2008), un modelo físico en la enseñanza de la Física es considerado como un sistema o fenómeno físico idealizado y simplificado. De esta manera, el material debe mostrar ciertas características puntuales que permitan generar aquella comunicación concisa de ideas y para ello, muchos de los modelos alteran características tales como la escala, lo cual otorga connotación; así, se pueden ver partículas



tales como: electrones o protones, cuyas ínfimas dimensiones son traducidas en esferas y canicas, para poder evidenciar algún comportamiento particular de las mismas. Por otro lado, el análisis de ciertos sistemas físicos, sobre todo en la Estática y la Dinámica, demanda el uso de elementos matemáticos como vectores, los cuales sirven para conocer el desplazamiento de una partícula o indican la dirección de una fuerza. Paralelamente a la manifestación palpable de aquellos elementos físicos, corre por cuenta del docente el anclaje de los mismos en un modelo pedagógico, que sea capaz de elaborar una explicación adecuada.





## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA**

#### **DIAGNÓSTICO**

##### **Presentación del Problema**

La enseñanza de las ciencias exactas, particularmente de la Física, representa un área primordial y estratégica dentro del BGU. Los estudiantes abarcan el aprendizaje de diversos conceptos, los cuales son necesarios para el entendimiento posterior de la Física Superior, al mismo tiempo que permiten elaborar una conexión con otras ciencias naturales.

Los esfuerzos realizados en lo concerniente a la enseñanza de la Física ponen en evidencia las dificultades que los estudiantes presentan al estudiar los modelos matemáticos de los diversos fenómenos físicos. De hecho, muchos estudiantes parecen no ligar la parte teórica con la práctica, y de este modo, quien aprende acumula una cantidad de dudas, producto de aquellos contenidos que parecen ser complejos.

Esa problemática que envuelve a la Física y que afecta tanto a quien enseña como al que aprende, ha sido analizada a partir de encuestas, las cuales buscan visibilizar el pensamiento que posee el estudiante acerca de la Física desde su contexto colegial y universitario, además de conocer la influencia que esta tiene en su vida cotidiana. Por otro lado, se busca recolectar los criterios de los educandos, para orientar la generación de material didáctico y las características que estos deben poseer para revertir esa condición de complejidad atribuida a la Física.

El resultado final de las encuestas pretende evidenciar aquellas trabas en el aprendizaje que los estudiantes tienen, pero del mismo modo, se plantea una posible solución a través de la utilización de material didáctico, el cual busca generar un beneficio directo para



los docentes, pues son ellos quienes cuentan con él para mejorar la etapa didáctica. De esta manera, se vuelve plausible un beneficio posterior para los estudiantes.

### **Selección de la población**

La población se encuentra conformada por todos los estudiantes de sexto y octavo ciclos de la Carrera de Matemáticas y Física, que se hallan inscritos en el período Septiembre 2016-Febrero 2017 y que han aprobado la asignatura de Física I. La cantidad de estudiantes en total es de 34; por consiguiente, la muestra es el total de la población.

### **Metodología**

El método utilizado fue el descriptivo, en el cual se elaboró un muestreo probabilístico que acopió al total de la población. Para la investigación se generó una encuesta, la cual consta de 18 preguntas, las mismas que responden a los objetivos planteados al inicio de este trabajo de titulación.

### **Análisis de la encuesta**

Se analizó cada una de las preguntas del cuestionario, a fin de extraer información relevante. Todas las tablas y gráficos son propiedad de los autores.

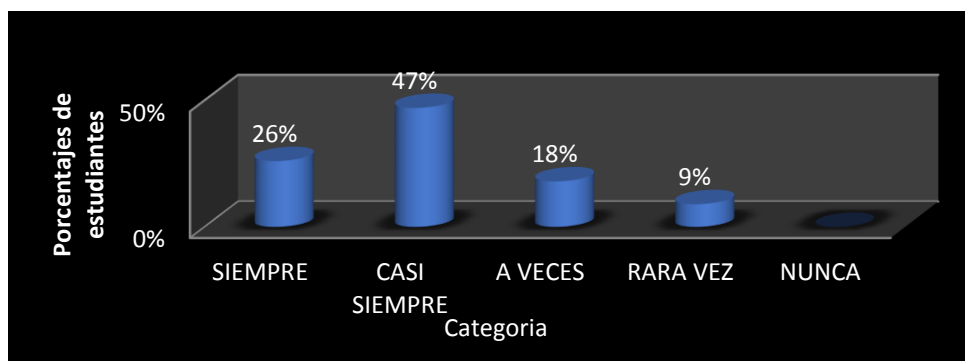
**Pregunta 1: ¿Usted realizaba las tareas encomendadas por su maestro dentro y fuera del salón de clase?**

Tabla 2. 1 Frecuencia con la que los estudiantes realizaban las tareas.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SIEMPRE</b>	9	26%
<b>CASI SIEMPRE</b>	16	47%
<b>A VECES</b>	6	18%
<b>RARA VEZ</b>	3	9%
<b>NUNCA</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 1 Frecuencia con la que los estudiantes realizaban las tareas.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos evidencian que los estudiantes comparten un nivel de corresponsabilidad en el cumplimiento de sus tareas que mayoritariamente oscila entre las tres primeras categorías. El 26% señala que siempre cumple con sus tareas, el 47% indica que lo hace casi siempre, el 18% dice que solo a veces y el 9% restante se ubica en la cuarta categoría.

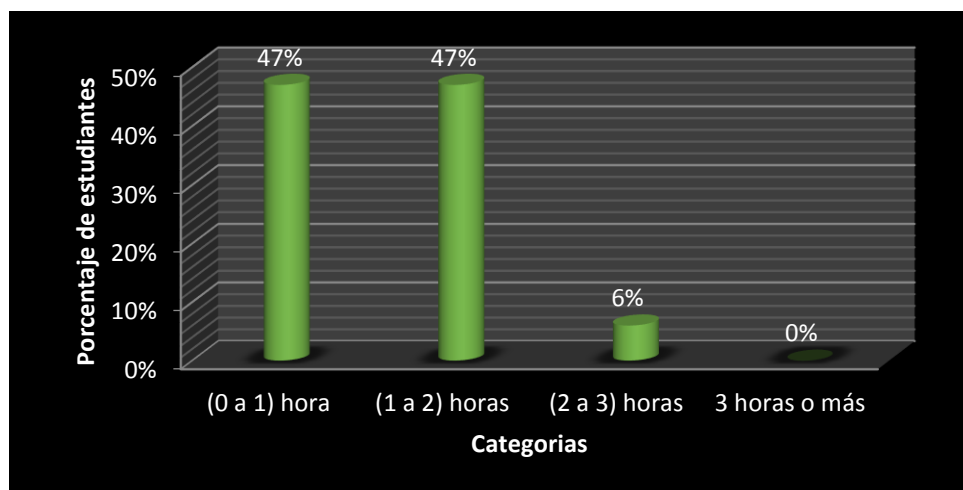
**Pregunta 2: ¿Cuánto tiempo al día usted usa para ampliar su conocimiento en el área de la Física?**

Tabla 2. 2 Tiempo utilizado para ampliar conocimientos de Física.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
(0 a 1) hora	16	47%
(1 a 2) horas	16	47%
(2 a 3) horas	2	6%
3 horas o más	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 2 Tiempo utilizado para ampliar conocimientos de Física.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos evidencian que la mayoría de los estudiantes dedicaban entre 0 y 2 horas en su preparación académica. El 47% manifestó que solía estudiar en el intervalo de una hora, otro 47% manifestó que estudiaba en un intervalo de una a dos horas. El restante 6% ha revelado que lo hacía durante un período más largo, el cual oscilaba entre 2 y 3 horas.

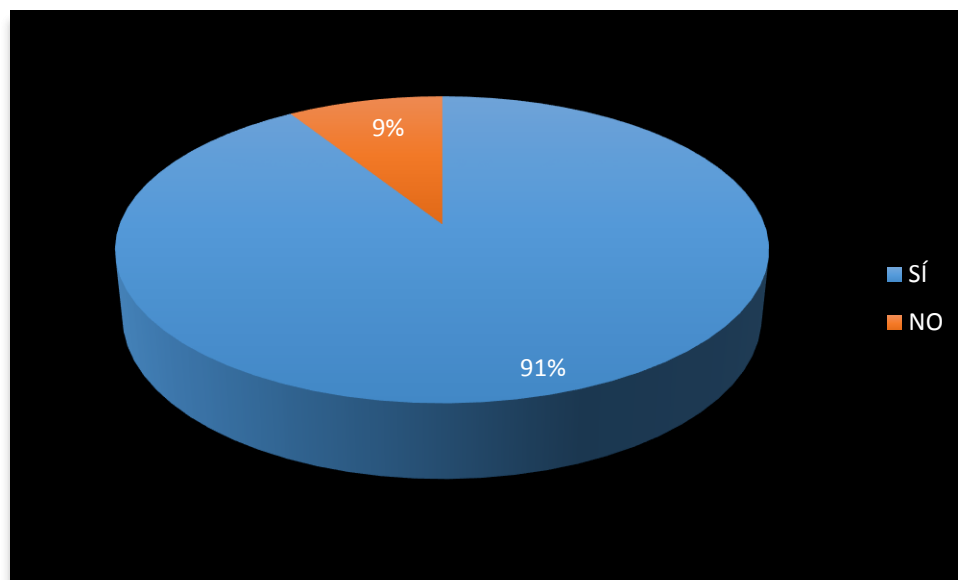
**Pregunta 3: ¿En la educación secundaria usted estudió la materia de Física I?**

Tabla 2. 3 Estudio de la materia de Física I en la secundaria.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SÍ</b>	31	91%
<b>NO</b>	3	9%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente:Elaboración propia

Gráfica 2. 3 Estudio de la materia de Física I en la secundaria.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos establecen que una mayoritaria cantidad de estudiantes solía estudiar Física durante sus años de estudio en el colegio. De esta manera, el 91%, que equivale a 31 estudiantes, responde de manera afirmativa.

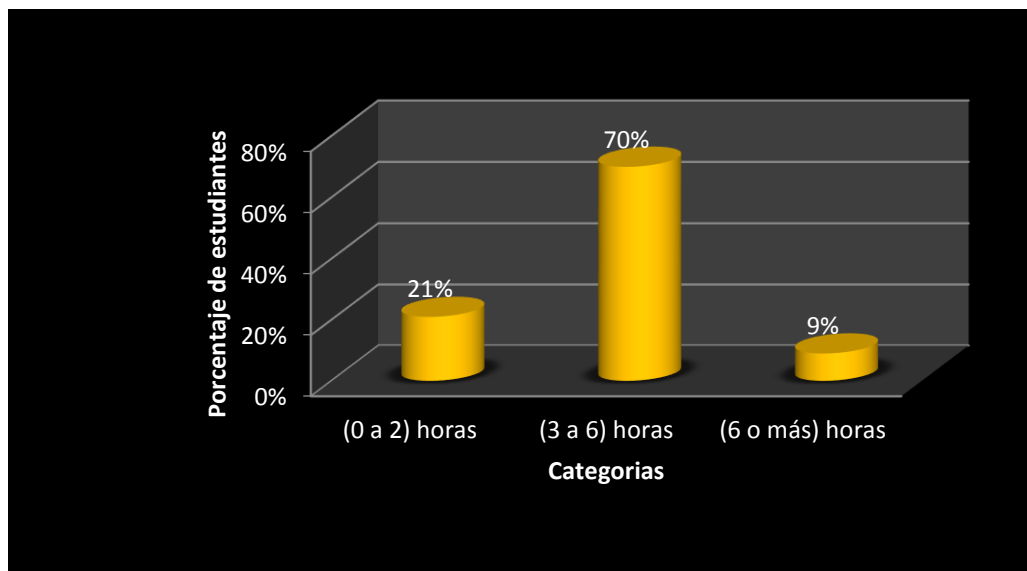
**Pregunta 4: En sus estudios de secundaria, ¿cuántas horas de Física tenía por semana?**

Tabla 2. 4 Horas de clase por semana destinadas a Física I en la secundaria.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>(0 a 2) horas</b>	7	21%
<b>(3 a 6) horas</b>	24	70%
<b>(6 o más) horas</b>	3	9%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 4 Horas de clase por semana destinadas a Física I en la secundaria.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos establecen que un 20% tenía una carga horaria de Física de 2 horas por semana. El 71% de los encuestados afirma haber tenido una carga horaria comprendida de entre 3 a 6 horas. Finalmente, un 9% contó con 6 horas semanales de Física.

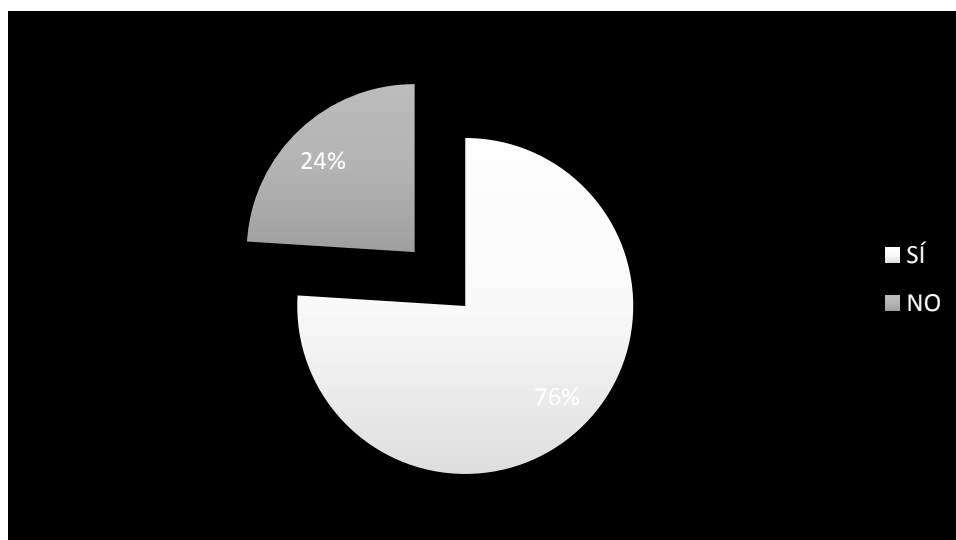
**Pregunta 5. ¿Cree usted que es capaz de resolver ejercicios de Física 1 de una manera ágil y rápida?**

**Tabla 2. 5** Facilidad de los estudiantes para resolver ejercicios de Física I.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SÍ</b>	26	76%
<b>NO</b>	8	24%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 2. 5** Facilidad de los estudiantes para resolver ejercicios de Física I.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos establecen que una mayoritaria cantidad de estudiantes, correspondiente al 76%, se considera en la capacidad de resolver con solvencia los ejercicios concernientes a la asignatura de Física I que se dicta en la carrera. Sin embargo, una cantidad importante, correspondiente al 24%, considera lo contrario.

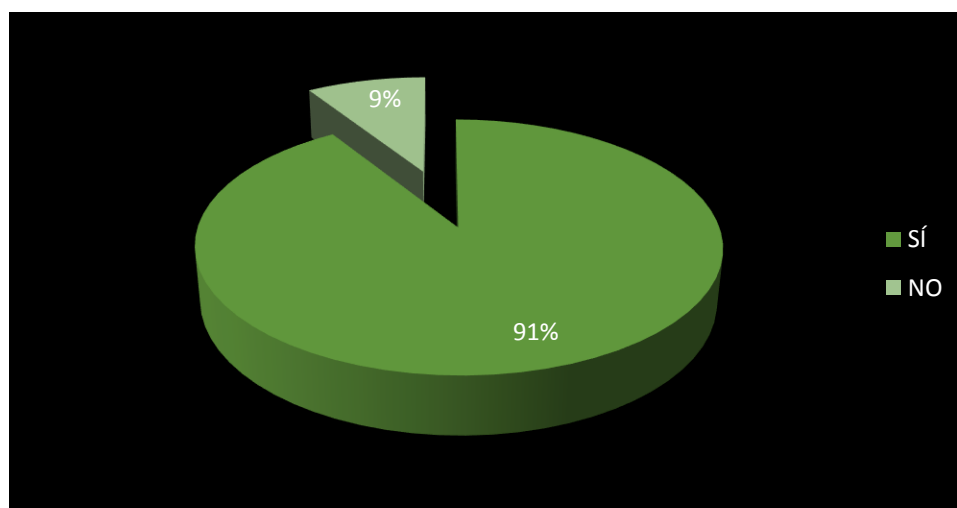
**Pregunta 6. ¿Tiene usted facilidad para comparar un ejercicio de Física I con la vida diaria?**

**Tabla 2. 6** Facilidad de los estudiantes para comparar ejercicios de Física I con la vida diaria.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SÍ</b>	31	91%
<b>NO</b>	3	9%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 2. 6** Facilidad de los estudiantes para comparar ejercicios de Física I con la vida diaria.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos evidencian que una mayoritaria cantidad de estudiantes, correspondiente al 91%, se considera capaz de relacionar un ejercicio de Física con el contexto cotidiano. Por otro lado, la cantidad restante, equivalente al 9%, no lo ve así.





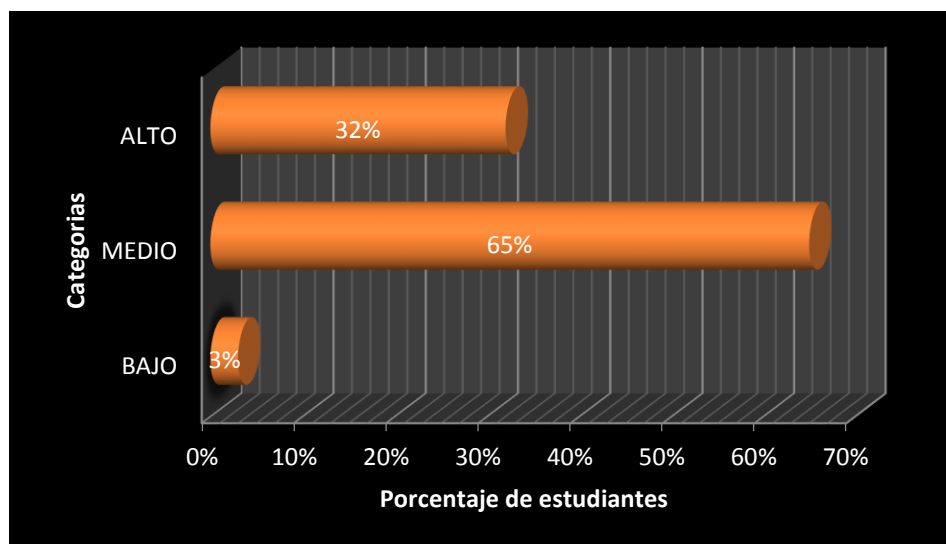
**Pregunta 7. ¿Cuál cree usted que es su nivel de comprensión de los temas que ha estudiado en Física 1?**

Tabla 2. 7 Porcentaje de nivel de comprensión en temas estudiados en Física I

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>BAJO</b>	1	3%
<b>MEDIO</b>	22	65%
<b>ALTO</b>	11	32%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 7 Porcentaje de nivel de comprensión en temas estudiados en Física I



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos muestran que el nivel de comprensión de la asignatura por parte de los estudiantes se concentra en un nivel medio y alto. De este modo, el 65% manifiesta tener un nivel de comprensión medio. El 32% considera que su nivel de comprensión es alto. Por otro lado, el 3% reconoce que su nivel de comprensión es bajo.

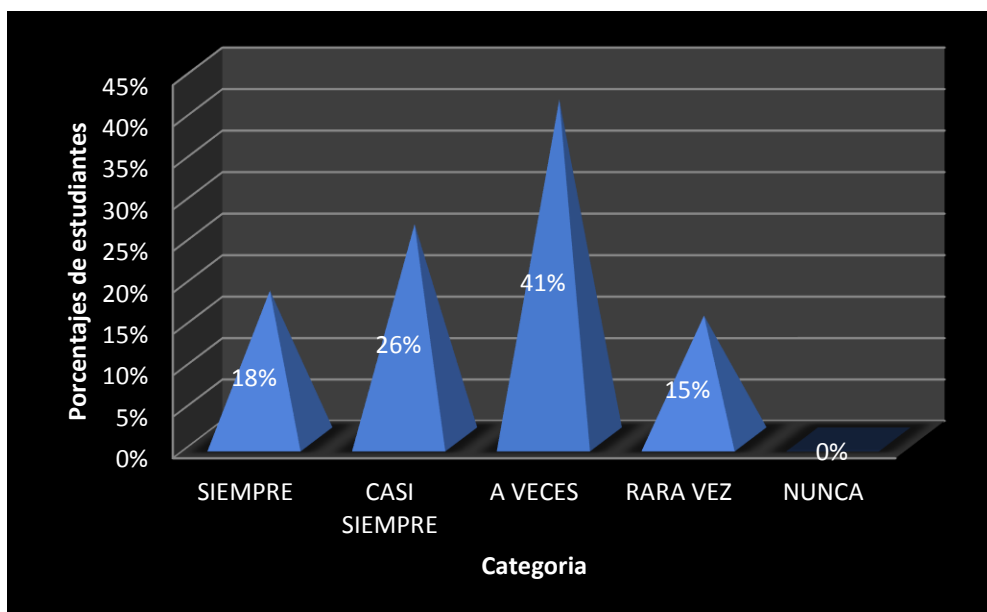
**Pregunta 8. ¿En el momento en el que el docente imparte su clase, usted consulta sus dudas sin temor?**

Tabla 2. 8 Frecuencia con la que los estudiantes consultaban sus dudas sin temor.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SIEMPRE</b>	6	18%
<b>CASI SIEMPRE</b>	9	26%
<b>A VECES</b>	14	41%
<b>RARA VEZ</b>	5	15%
<b>NUNCA</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 8 Frecuencia con la que los estudiantes consultaban sus dudas sin temor.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos muestran que los estudiantes alcanzan diversos niveles de confianza, en lo que concierne a la consulta al docente. Un 18% de los estudiantes manifiesta que siempre ponía en conocimiento del docente sus inquietudes. El 28% afirma que lo hacía



casi siempre. No obstante, el 41% manifiesta que las consultas eran poco frecuentes. El 15% restante reconoce que tenía poca predisposición para consultar al profesor.

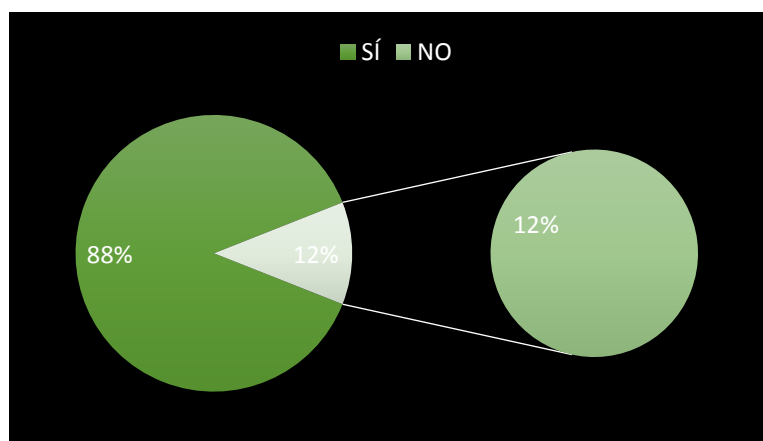
**Pregunta 9. ¿El docente asigna un tiempo de su clase para despejar dudas e inquietudes de los estudiantes?**

Tabla 2. 9 Tiempo dedicado a despejar dudas dentro de la clase.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SÍ</b>	30	88%
<b>NO</b>	4	12%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 9 Tiempo dedicado a despejar dudas dentro de la clase.



Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los estudiantes concuerdan en decir que el docente designó un período de tiempo para responder a las consultas de la asignatura. De esta manera, el 88% de los encuestados respondieron de manera afirmativa. No obstante, un 12% de los consultados afirma no haber recibido precisiones adicionales sobre la asignatura.

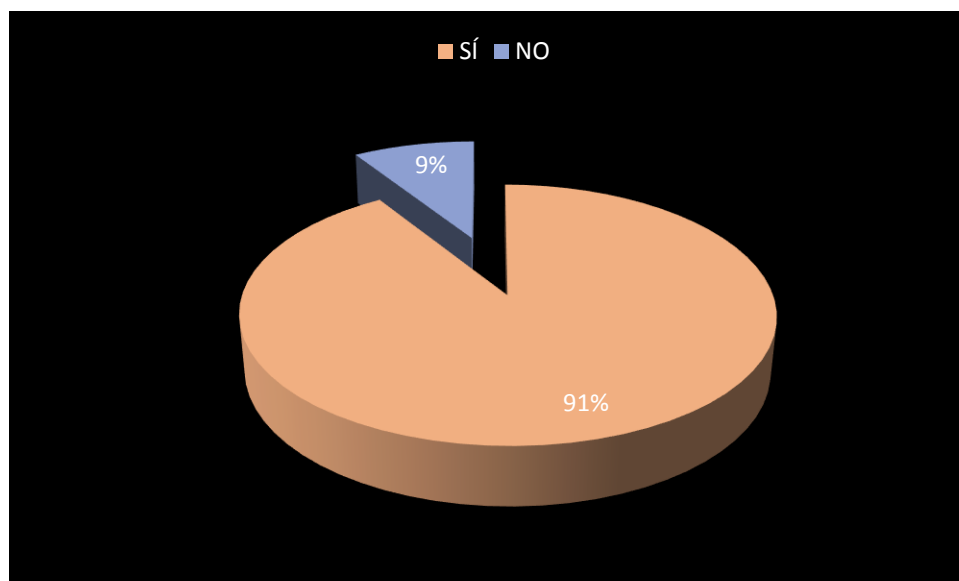
**Pregunta 10. ¿Considera usted que existió respeto en el aula de clases?**

**Tabla 2. 10 Existencia de respeto en el aula de clases.**

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SÍ</b>	31	91%
<b>NO</b>	3	9%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 2. 10 Existencia de respeto en el aula de clases**



Fuente: Elaboración propia

La gran mayoría, el 91% de los encuestados, concuerda en decir que el ambiente de trabajo dentro del aula de clase fue de cordialidad. No obstante, el 9% afirma no haber tenido un ambiente de respeto dentro del aula de clases.

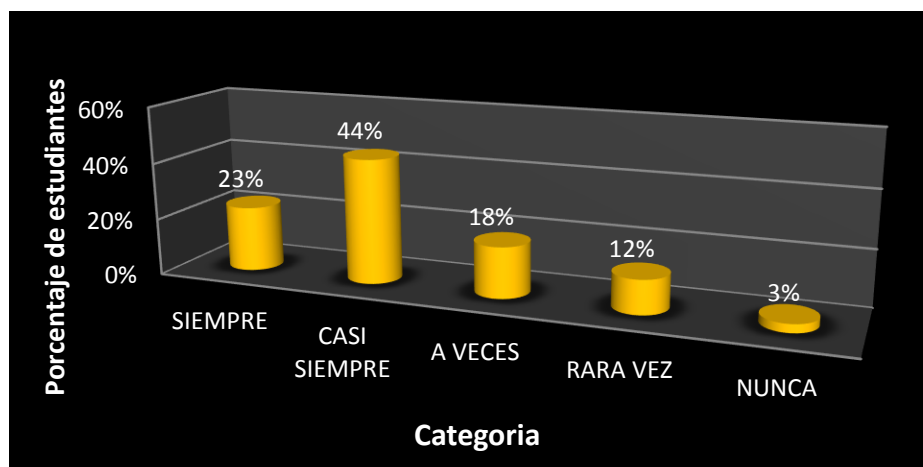
**Pregunta 11. El docente hace comparaciones del tema estudiado con actividades de la vida diaria.**

Tabla 2. 11 Frecuencia con la que el docente comparaba la teoría con la práctica.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SIEMPRE</b>	8	23%
<b>CASI SIEMPRE</b>	15	44%
<b>A VECES</b>	6	18%
<b>RARA VEZ</b>	4	12%
<b>NUNCA</b>	1	3%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 11 Frecuencia con la que el docente comparaba la teoría con la práctica.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las respuestas de los estudiantes, un 23% considera que el docente siempre contrastaba las ideas estudiadas con lo cotidiano. El 44% considera que él lo hacía casi siempre. Por otro lado, el 18% consideró que el docente aplicaba esta estrategia didáctica solo a veces. Finalmente, el restante 12% y 3% se ubicaron en las categorías rara vez y nunca.

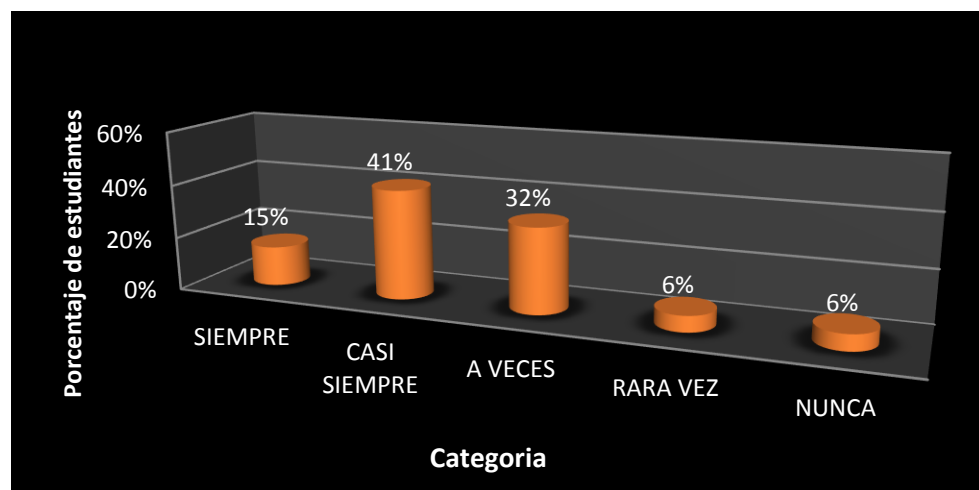
**Pregunta 12. ¿El docente utilizó la creatividad al momento de efectuar la clase?**

Tabla 2. 12 Frecuencia con la que el docente utilizaba la creatividad.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SIEMPRE</b>	5	15%
<b>CASI SIEMPRE</b>	14	41%
<b>A VECES</b>	11	32%
<b>RARA VEZ</b>	2	6%
<b>NUNCA</b>	2	6%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 12 Frecuencia con la que el docente utilizaba la creatividad.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos evidencian una respuesta dividida. El 15% considera que el docente siempre ha utilizado creatividad al momento de enseñar Física. El 41% ha manifestado que casi siempre las clases han sido creativas. Por otro lado, las categorías restantes, las cuales suman 44%, consideran que el uso de este recurso ha sido espontáneo o que simplemente no ha sido utilizado.

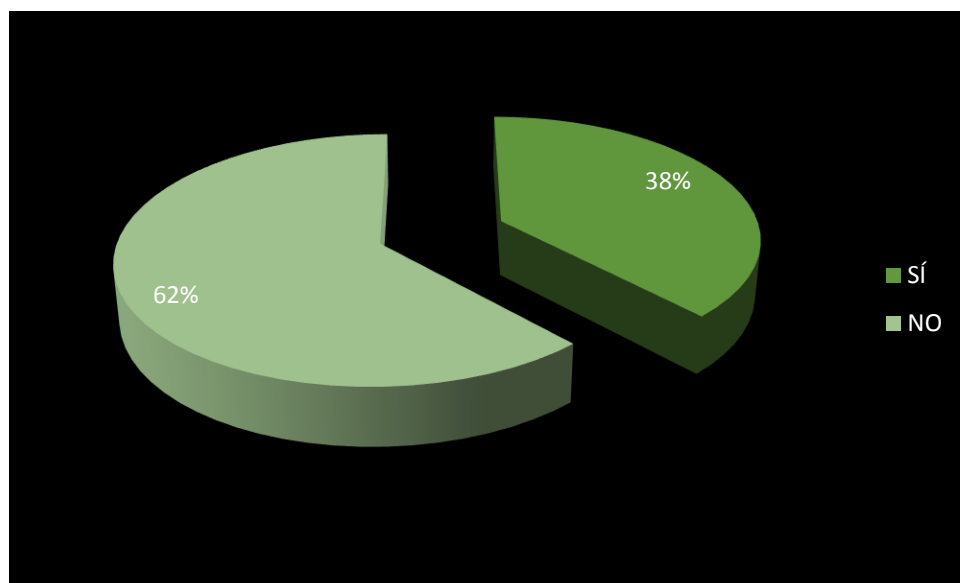
**Pregunta 13. El docente colabora con tutorías para el estudiante.**

Tabla 2. 13 Colaboración del docente con tutorías para los estudiantes.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SÍ</b>	13	38%
<b>NO</b>	21	62%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 13 Colaboración del docente con tutorías para los estudiantes.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos, un mayoritario 62% manifiesta no haber contado con tutorías de la asignatura. El 38% restante afirma haber tenido alguna nivelación académica.



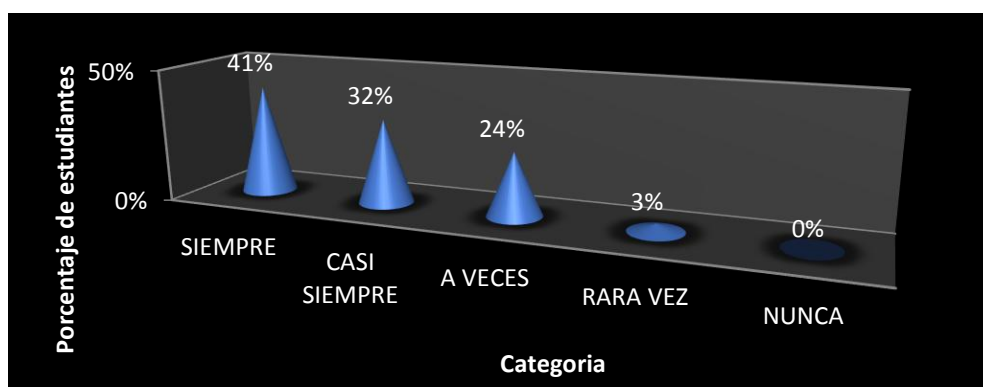
**Pregunta 14. El docente estuvo presto para colaborar con el estudiante en tareas planteadas en clase.**

Tabla 2. 14 Colaboración del maestro con el estudiante en la realización de tareas.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SIEMPRE</b>	14	41%
<b>CASI SIEMPRE</b>	11	32%
<b>A VECES</b>	8	24%
<b>RARA VEZ</b>	1	3%
<b>NUNCA</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 14 Colaboración del maestro con el estudiante en la realización de tareas.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos evidencian que la respuesta del docente fue diversa, pero mayoritariamente se concentró en las tres primeras categorías. El 41% considera que el docente estuvo presto para colaborar en clase. El 32% manifiesta que ayudó casi siempre. Por otro lado, un 24% cree que la ayuda del docente con las tareas en clase fue a veces y el 3% confiesa no haber recibido ayuda con regularidad.

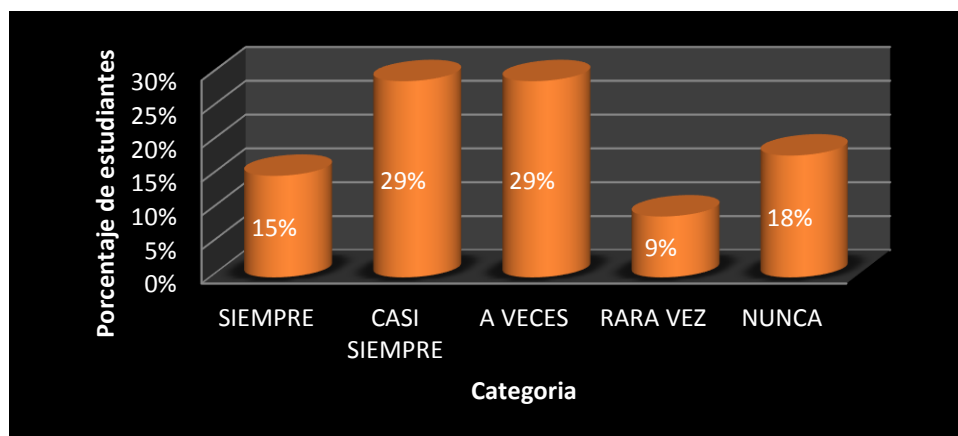
**Pregunta 15. Dentro del aula de clase el maestro utiliza material didáctico para lograr una mayor comprensión en sus alumnos.**

Tabla 2. 15 Utilización de material didáctico para mayor comprensión en los alumnos.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SIEMPRE</b>	5	15%
<b>CASI SIEMPRE</b>	10	29%
<b>A VECES</b>	10	29%
<b>RARA VEZ</b>	3	9%
<b>NUNCA</b>	6	18%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 15 Utilización de material didáctico para mayor comprensión en los alumnos.



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos evidencian diversas respuestas. El 18% y el 29% consideran un uso del material didáctico que oscila entre siempre y casi siempre. Por otro lado, el 56% restante considera que la aplicación del material didáctico no fue desarrollada de manera estable.

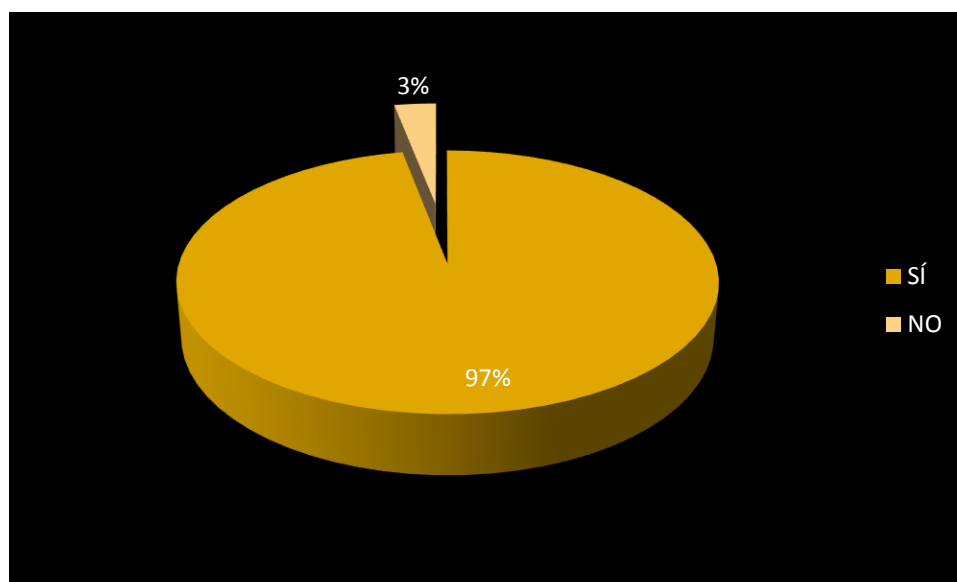
**Pregunta 16. Es de ayuda para su comprensión el uso de material didáctico por parte del maestro.**

Tabla 2. 16 Utilidad del uso de material didáctico.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SÍ</b>	33	97 %
<b>NO</b>	1	3%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 16 Utilidad del uso de material didáctico.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos, un contundente 97% establece que el uso de material didáctico es necesario para la comprensión de los contenidos de Física. Por otro lado, un 3% de los estudiantes cree que pueden prescindir de este.

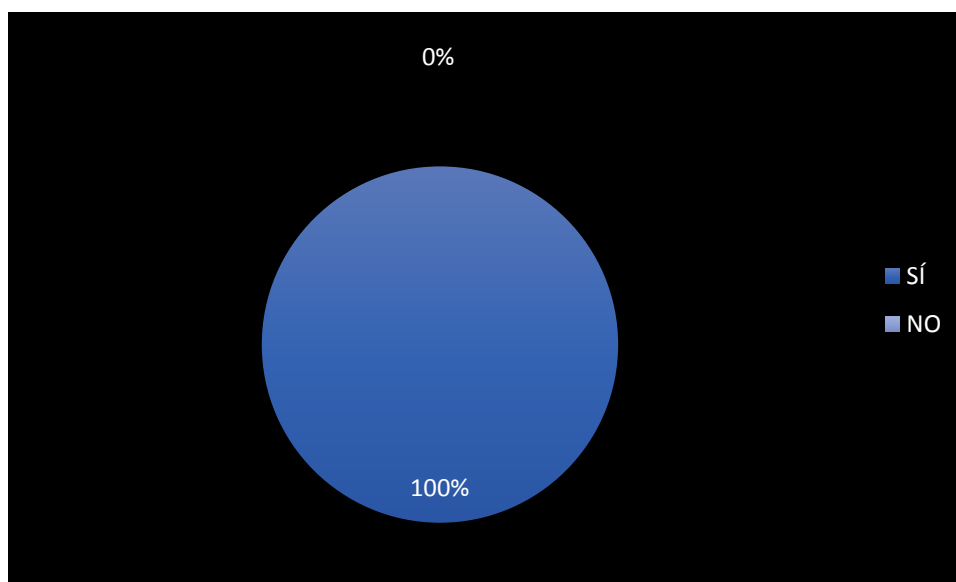
**Pregunta 17. ¿Considera usted que el uso de material didáctico en el aula de clase facilita la comprensión en la asignatura de Física 1?**

Tabla 2. 17 Necesidad del uso de material didáctico en el aula de clase.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>SÍ</b>	34	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 17 Necesidad del uso de material didáctico en el aula de clase.



Fuente: Elaboración propia

Siguiendo la línea de razonamiento anterior, un categórico 100%, manifiesta que el material didáctico facilita la comprensión de la asignatura en clase.

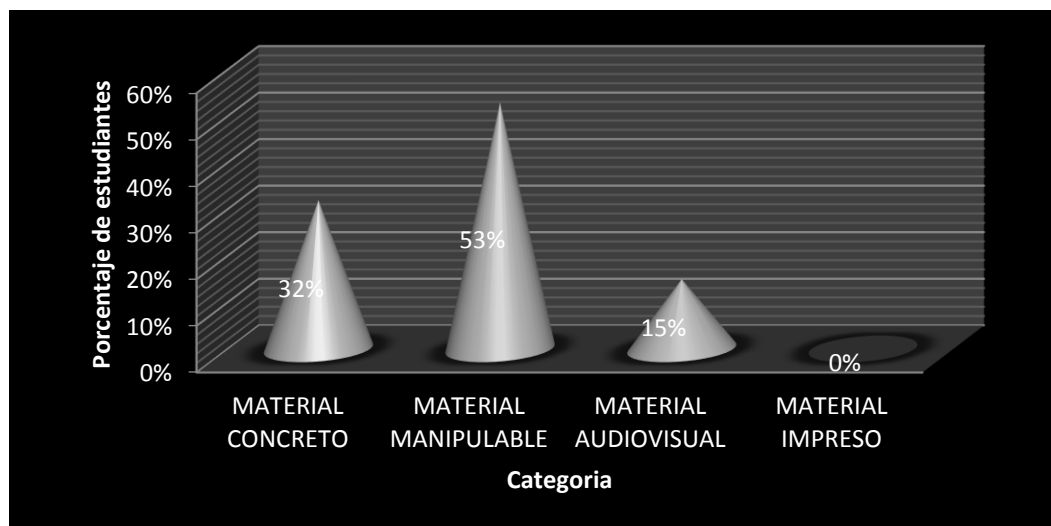
**Pregunta 18. De los siguientes materiales, ¿cuál o cuáles considera usted que le será de mayor utilidad para su aprendizaje?**

Tabla 2. 18 Material de mayor utilidad para el aprendizaje.

Respuestas	Número de Estudiantes	Porcentaje
<b>MATERIAL CONCRETO</b>	11	32%
<b>MATERIAL MANIPULABLE</b>	18	53%
<b>MATERIAL AUDIOVISUAL</b>	5	15%
<b>MATERIAL IMPRESO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	34	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. 18 Material de mayor utilidad para el aprendizaje.



Fuente: Elaboración propia

Según los datos obtenidos llegamos a la conclusión que, dentro de la carrera de Matemáticas y Física, en su mayoría los estudiantes consideran que para su aprendizaje tienen una mayor utilidad el uso de material manipulable.



### **Interpretación de resultados.**

De los resultados recolectados en la encuesta, se evidencia diversas tendencias en cuanto a la percepción que tienen los estudiantes desde su contexto. No obstante, la mayoría de los estudiantes consultados consideran tener un entendimiento de la asignatura, que oscila entre medio y alto, e inclusive manifiestan haber generado esa correlación de la Física con la vida cotidiana.

En cuanto al ambiente en el que se desarrolló la asignatura, muchos estudiantes califican al mismo como apto. Sin embargo, en aspectos clave como la confianza hacia el docente, la respuesta resultó ser heterogénea. Lo anterior demuestra la necesidad de seguir trabajando en un ambiente de clases más abierto para el estudiante.

En cuanto al aspecto didáctico, las respuestas registradas también muestran diversas respuestas, las cuales apuntan al docente y sus diversas estrategias. Por consiguiente, aspectos tales como el uso del material didáctico o los trabajos en clase, la labor del docente queda retratada como una labor aceptable, pero que, por otro lado, requiere de una mejora.

Finalmente, el estudiante se mostró optimista en relación a la ayuda que el material didáctico podría generar al interior del aula, lo cual sin duda es fundamental, pues permite dar sustento a cualquier propuesta metodológica que se intente en este aspecto. Por otro lado, los estudiantes han decantado sus preferencias de material didáctico hacia elementos de naturaleza más concreta.



## CAPÍTULO III

### PROPUESTA

En el presente capítulo del Trabajo de Titulación se desarrolla una propuesta educativa, cuyo fin es diseñar y construir material didáctico que ayude al docente en la enseñanza de varios temas del texto de Física I de la Carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca. El material didáctico, “proporciona información como función principal, puede guiar el aprendizaje organizando los conocimientos, ejercitar habilidades por medio de ejercicios, motivar y evaluar los conocimientos. También este tipo de material puede proporcionar simulaciones para situaciones difíciles de recrear en la vida real, pero que aportan elementos que contribuyen a la formación” (Mena, 9). Para el uso adecuado del material didáctico hemos implementado una guía que consta de dos partes: la primera que es de uso exclusivo del maestro y la segunda parte que son actividades propuestas para los estudiantes.

En la guía de uso para el docente se da a conocer los objetivos a los que pretendemos llegar, los temas en los que se puede emplear el material ya que una maqueta puede cubrir más de un tema, debido a sus múltiples características que nos permiten trabajar conjuntamente con el texto guía, además, ciertas maquetas que están diseñadas en tres dimensiones nos ayudan a entender lo que una imagen impresa en el texto no puede lograr.

El marco teórico abarca un resumen con ecuaciones y conceptos más importantes que sirven de apoyo para la consolidación del tema. El ejercicio modelo representa una aplicación práctica de los conceptos estudiados y la actividad propuesta, destinada a los estudiantes, pretenden servir como un refuerzo académico para llenar ciertos vacíos que pueden quedar.

## Esquema de la Propuesta





## Matriz de planeación

Tabla 3.1 Matriz de Planeación

Unidad	Sub-unidad	Tema	Material Didáctico	Actividades
ESTÁTICA	<i>Elementos de Álgebra Vectorial</i>	<b>Vectores Unitarios</b>	Vectores Unitarios en 3D	Hoja de Trabajo
		<b>Componentes Rectangulares de un Vector</b>	Juego de Vectores en 2D y 3D	Hoja de Trabajo
		<b>Vectores Desplazamiento entre dos puntos específicos</b>	Vector Desplazamiento	Hoja de Trabajo
		<b>Producto Vectorial de Vectores</b>	Producto de Vectores	Hoja de Trabajo
		<b>Vectores ángulo plano y superficie</b>	Juego de vectores de ángulo plano	Hoja de Trabajo
	<i>Sistemas de Fuerzas y Equilibrio</i>	<b>Torque Torque de un par</b>	Juego de manijas	Hoja de Trabajo
		<b>Torque de n Fuerzas Concurrentes</b>	Vectores Concurrentes	Hoja de Trabajo
		<b>Composición de fuerzas aplicadas sobre un cuerpo rígido</b>	Fuerzas en el Espacio	Hoja de Trabajo
		<b>Composición de Fuerzas Coplanares</b>	Vectores Coplanares	Hoja de Trabajo
		<b>Composición de Fuerzas Paralelas</b>	Fuerzas Paralelas	Hoja de Trabajo
		<b>Centros de Masa</b>	Centro de Masa de un Sistema de Masas Puntuales	Hoja de Trabajo
		<b>Equilibrio de un Cuerpo Rígido</b>	Placa de Equilibrio	Hoja de Trabajo
		<b>Otras Máquinas Simples</b>	Torno	Hoja de Trabajo
CINEMÁTICA	<i>Cinemática Lineal</i>	<b>Movimiento Rectilíneo Uniforme</b>	Gráfica de desplazamiento y velocidad	Hoja de Trabajo
		<b>Movimiento de un Proyectil</b>	Curva Parabólica	Hoja de Trabajo
	<i>Cinemática Angular</i>	<b>Transformación de coordenadas cartesianas a polares</b>	Curva en el plano	Hoja de Trabajo
		<b>Transformación de coordenadas cartesianas a polares</b>	Curva en el espacio	Hoja de Trabajo
		<b>Conceptos de posición, velocidad y aceleración angular</b>	Vectores en el Movimiento Angular	Hoja de Trabajo

## GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE



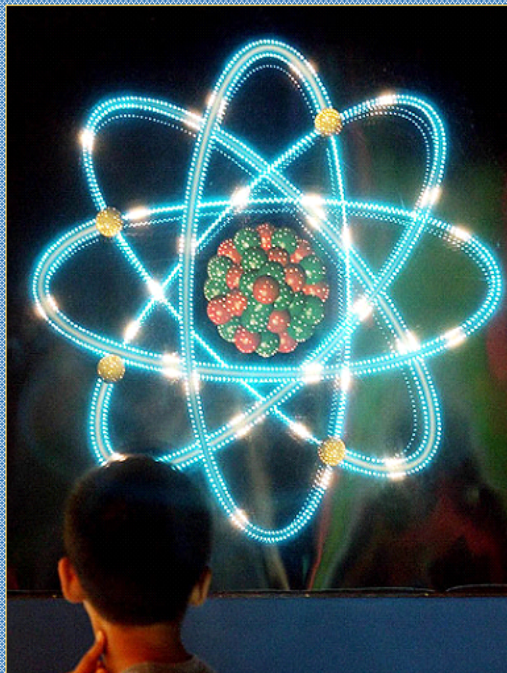
# UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA



## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO



“MATERIALES DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE  
FÍSICA I EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CUENCA”

Cuenca - 2017



## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**VECTORES UNITARIOS EN 3D**

## TEMAS QUE ABORDA:

**Vectores unitarios**





Tabla 3.2

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
Ejes	alambre galvanizado	negro	3	ejes de referencia x-y-z
Flecha	alambre galvanizado	verde	1	vector $V$ en el espacio
Flecha	alambre galvanizado	amarillo	1	vector unitario $i$
Flecha	alambre galvanizado	Azul	1	vector unitario $j$
Flecha	alambre galvanizado	rosado	1	vector unitario $k$

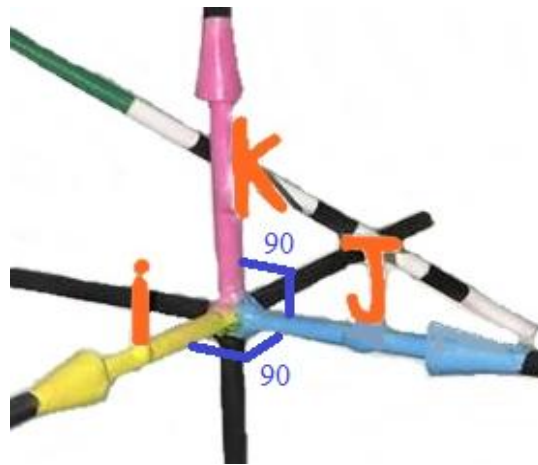
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### VECTORES UNITARIOS

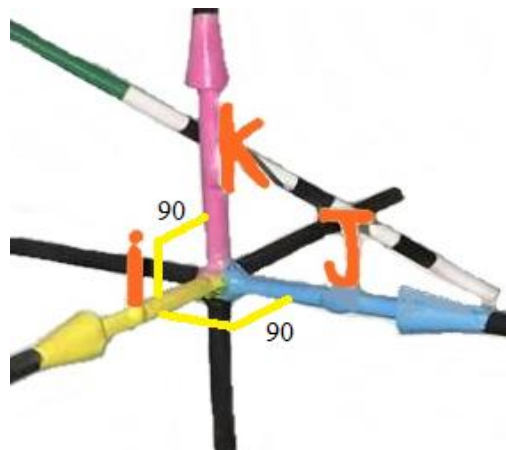
**Objetivo:** Conocer y manejar los vectores unitarios cartesianos y su expresión en forma trigonométrica. Producir vectores mediante su utilización. Obtener vectores unitarios correspondientes a direcciones arbitrarias. Admirar la utilidad de estos entes matemáticos.

#### **INDICACIONES:**

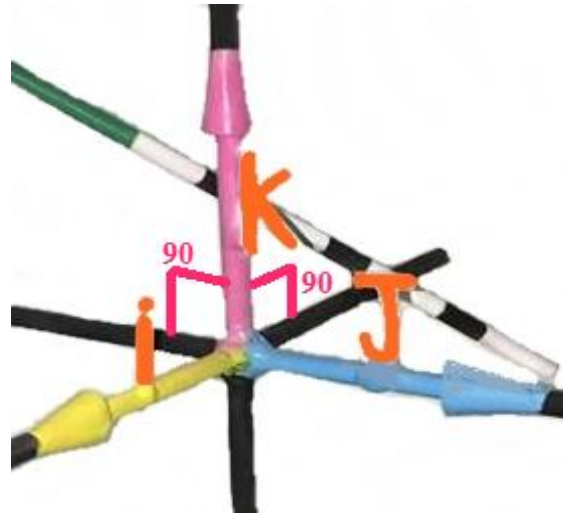
Establezca las características que son parte de un vector unitario. Para ello analice su magnitud y dirección en el espacio, según la notación trigonométrica.



*vector unitario i :  $\vec{i} = 1; 0^\circ; 90^\circ; 90^\circ$*

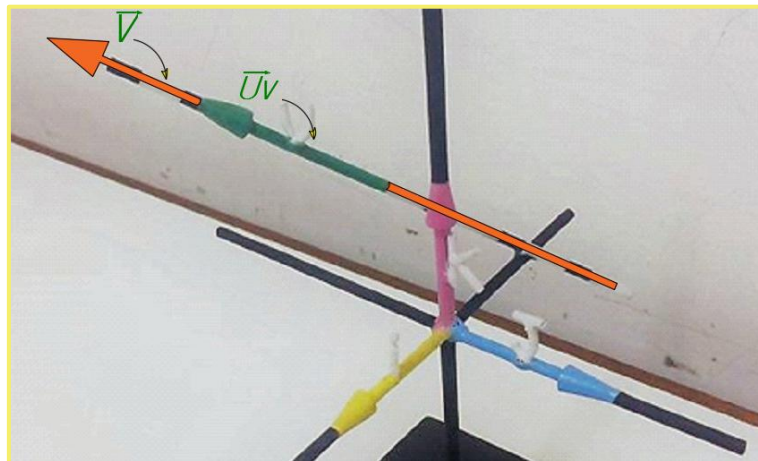


*vector unitario j :  $\vec{j} = 1; 90^\circ; 0^\circ; 90^\circ$*



vector unitario  $k : \vec{k} = 1; 90^\circ; 90^\circ; 0^\circ$

Defina un vector  $V$ , de dimensión y dirección arbitraria, al cual se lo divide para su magnitud  $|V|$ . Al hacer esto, se obtiene el vector unitario  $\vec{U}_v$ , el mismo que se encuentra representado en la maqueta, de la siguiente forma:



$$\vec{U}_v = \frac{\vec{V}}{|V|}$$

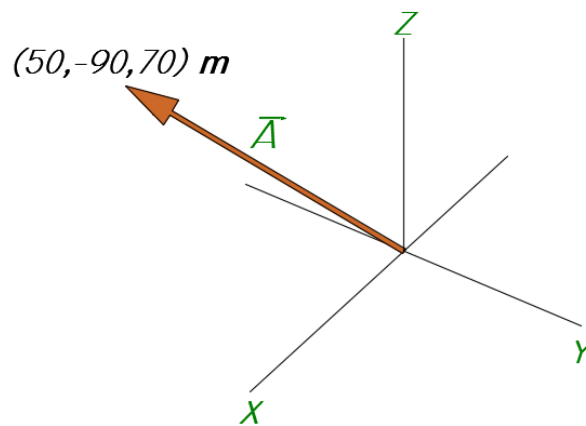
## COMPONENTES RECTANGULARES DE UN VECTOR

### MARCO TEÓRICO:

Los vectores unitarios son vectores especiales, cuya magnitud es 1, mientras que su dirección y sentido siguen, en algunos casos, a los de los ejes del sistema cartesiano utilizado. De esta manera, en el plano hay dos vectores unitarios, representados con  $\vec{i}$  y  $\vec{j}$  que corresponden a los ejes  $x$  y  $y$ , respectivamente. En el espacio hay tres vectores unitarios, representados con  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$  y que corresponden a los ejes  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , respectivamente.

### EJERCICIO MODELO:

Determine el vector unitario de  $\vec{A}$ .



### Resolución:

Se aplica la fórmula,

$$\text{donde, } |A| = \sqrt{(50)^2 + (-90)^2 + (70)^2} = 124,49$$

$$\vec{U}_A = \frac{\vec{A}}{|A|} = \frac{50\vec{i} - 90\vec{j} + 70\vec{k}}{124,499} = 0,402\vec{i} - 0,723\vec{j} + 0,562\vec{k}$$



### ACTIVIDAD:

Encuentre el vector unitario  $\vec{U}_B$ , donde  $\vec{B} = 20\vec{i} - 70\vec{j} + 80\vec{k}$ . Posteriormente obtenga el vector  $5\vec{U}_B$  y gráfiquelo.

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

JUEGO DE VECTORES EN 2D Y 3D

## TEMAS QUE ABORDA:

- Componentes Rectangulares de un Vector

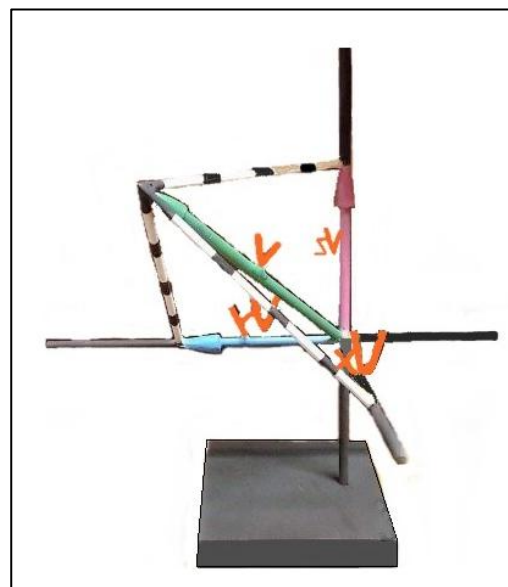
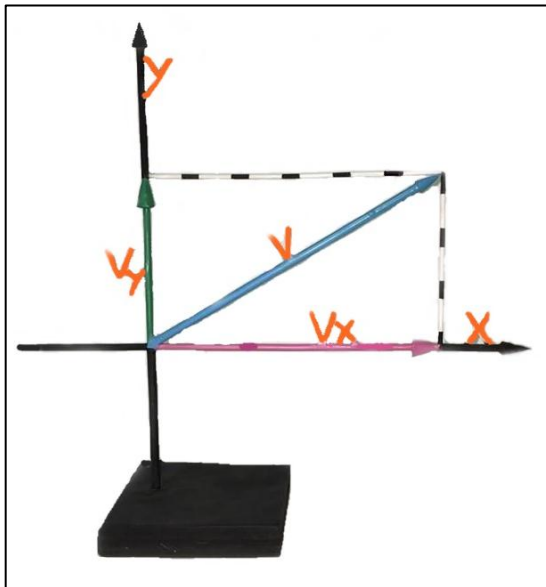




Tabla 3.3

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR (CARAS)	CANT.	REPRESENTA
Ejes	alambre galvanizado	negro	2	ejes de referencia x -y
Vector	alambre galvanizado	verde	1	Vector $V$ en el plano x -y
Vector	alambre galvanizado	rosado	1	Proyección de $V$ en el eje x
Vector	alambre galvanizado	azul	1	Proyección de $V$ en el eje y
DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR (CARAS)	CANT.	REPRESENTA
Ejes	alambre galvanizado	negro	2	ejes de referencia x -y-z
Vector	alambre galvanizado	verde	1	Vector $V$ en el espacio
Vector	alambre galvanizado	amarillo	1	Proyección de $V$ en el eje x
Vector	alambre galvanizado	azul	1	Proyección de $V$ en el eje y
Vector	alambre galvanizado	rosado	1	Proyección de $V$ en el eje z

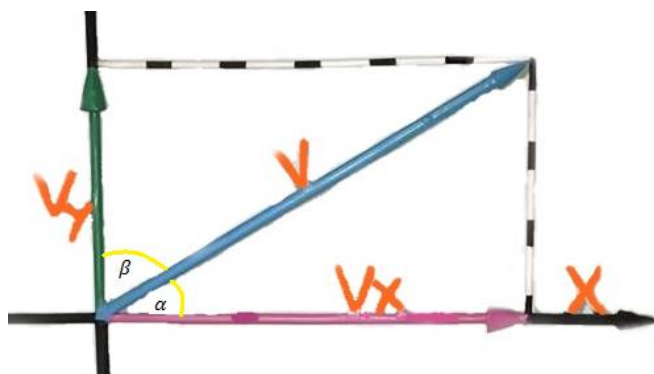
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### COMPONENTES RECTANGULARES DE UN VECTOR

**Objetivo:** Conocer el concepto de componentes rectangulares de un vector. Aplicarlo correctamente para la obtención de componentes rectangulares de algunos vectores propuestos en las actividades. Despertar el interés por el conocimiento y utilización de las componentes rectangulares.

#### **PROCEDIMIENTO:**

Represente los cosenos directores  $\alpha$  y  $\beta$ , y señale la relación trigonométrica para obtener las componentes  $V_x$  y  $V_y$ .



Represente los cosenos directores  $\alpha, \beta, \gamma$ , y señale la relación trigonométrica para obtener las componentes  $V_x, V_y, V_z$ .



A modo de resumen complete, junto al estudiante, la tabla sobre los vectores y su proyección junto con sus versores:

	<i>denominación</i>	<i>magnitud</i>	<i>versor</i>
<i>Proyección en x</i>	$V_x$	$V\cos\alpha$	$i$
<i>Proyección en y</i>	$V_y$	$V\cos\beta$	$j$
<i>Proyección en z</i>	$V_z$	$V\cos\gamma$	$k$

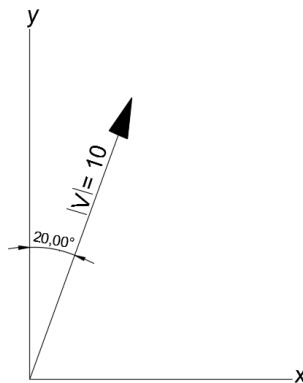
## COMPONENTES RECTANGULARES DE UN VECTOR

### MARCO TEÓRICO:

Se denominan componentes rectangulares de un vector  $\vec{V}$  a las proyecciones de  $\vec{V}$  sobre cada uno de los ejes del sistema de referencia utilizado. Dichas proyecciones resultan en vectores que son perpendiculares entre sí y cuya suma resulta ser el vector  $\vec{V}$ . En el plano se tiene tres componentes rectangulares  $\vec{V}_x$ ,  $\vec{V}_y$ ; en el espacio existen tres componentes,  $\vec{V}_x$ ,  $\vec{V}_y$ ,  $\vec{V}_z$ .

### EJERCICIO MODELO:

Determine las proyecciones en  $x$  e  $y$  del siguiente vector.



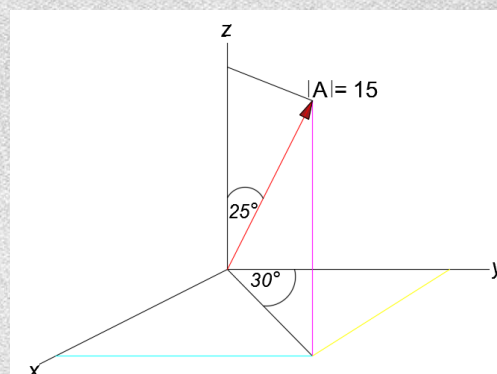
**Resolución:**

$$\beta = 20^\circ, \text{ por tanto } \alpha = 70^\circ$$

$$\vec{V} = 10\cos 20^\circ \vec{i} + 10\sin 20^\circ \vec{j}; \vec{V} = 9,397 \vec{i} + 3,420 \vec{j}$$

### ACTIVIDAD:

Encuentre las proyecciones del siguiente vector en  $x$ ,  $y$ ,  $z$



## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**VECTOR DESPLAZAMIENTO**

## TEMAS QUE ABORDA:

- Vectores desplazamiento entre dos puntos específicos

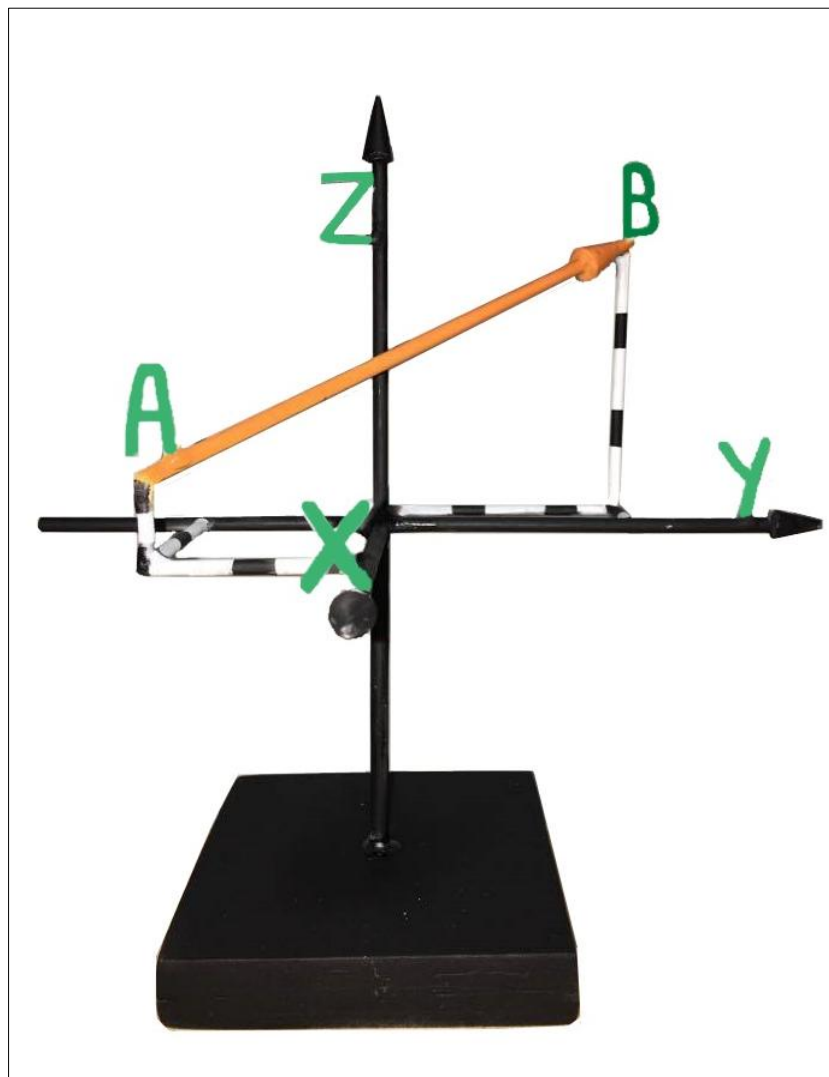




Tabla 3.4

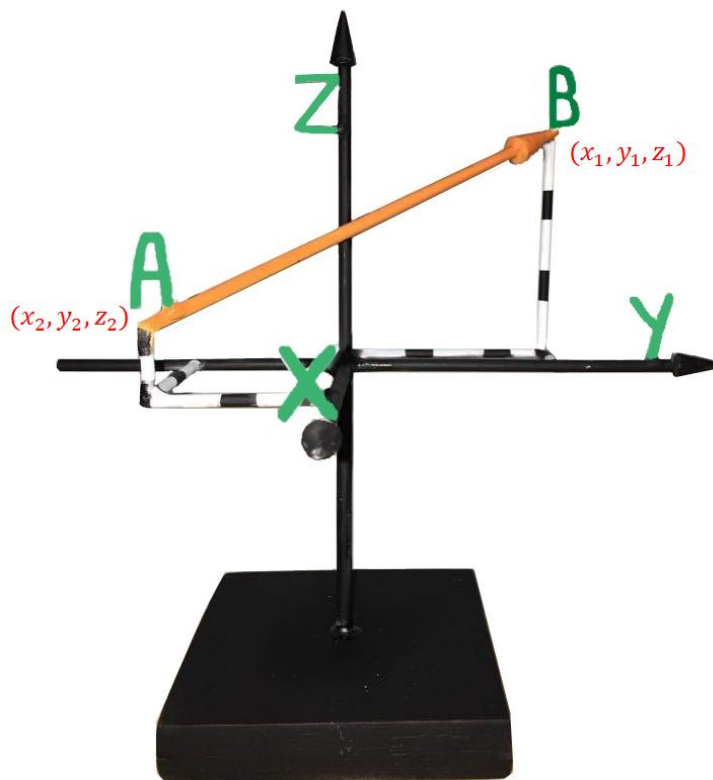
DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
Ejes	alambre galvanizado	negro	3	ejes de referencia x-y-z
Flecha	alambre galvanizado	naranja	1	vector de desplazamiento
Segmentos	alambre galvanizado	blanco-negro	6	Coordenadas de los puntos

**GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO****VECTORES DESPLAZAMIENTO ENTRE DOS PUNTOS ESPECÍFICOS**

**Objetivo:** Enterarse y aprender la rutina para expresar el vector desplazamiento entre dos puntos de coordenadas conocidas. Aplicarla correctamente a la solución de los ejercicios propuestos en las actividades. Apreciar esta forma sencilla de determinar vectores desplazamiento.

**INDICACIONES:**

A partir del modelo didáctico calcule el vector desplazamiento. Para ello establezca las coordenadas que tiene el vector en los dos puntos. Haga la resta entre el punto final y el punto inicial de coordenadas



De este modo el vector posición queda definido como:

$$\overrightarrow{AB} = \text{punto final} - \text{punto inicial}$$
$$\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j} + (z_2 - z_1)\vec{k}$$



**VECTORES DESPLAZAMIENTO ENTRE DOS PUNTOS ESPECÍFICOS****MARCO TEÓRICO:**

Para generar la expresión analítica de un vector desplazamiento, que parte de un punto inicial  $A(x_1, y_1, z_1)$  y llega a un punto final  $B(x_2, y_2, z_2)$  se resta las coordenadas respectivas del punto final o de llegada menos las del punto de partida y multiplicando la expresión por los vectores unitarios correspondientes.

$$\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j} + (z_2 - z_1)\vec{k}$$

**EJERCICIO MODELO:**

Para los puntos:

$A(-36; 50; 25)$ ,  $B(48; -27; 40)$  y  $C(57; 45; 31)$ ,

Determinar el vector desplazamiento  $\overrightarrow{AB}$ , sus magnitud y vector unitario.

**Resolución:**

Se aplica la fórmula:

$$\overrightarrow{AB} = (48 - (-36))\vec{i} + (-27 - 50)\vec{j} + (40 - 25)\vec{k}$$

$$\overrightarrow{AB} = (84\vec{i} - 77\vec{j} + 15\vec{k})$$

$$\vec{U}_{Ab} = \frac{\overrightarrow{AB}}{|\overrightarrow{AB}|} = \frac{84\vec{i} - 77\vec{j} + 15\vec{k}}{114,935} = 0,731\vec{i} - 0,670\vec{j} + 0,131\vec{k}$$

**ACTIVIDAD:**

Encuentre el vector unitario  $\overrightarrow{AC}$  del ejercicio anterior.



## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**PRODUCTO DE VECTORES**

## TEMAS QUE ABORDA:

- **Producto Vectorial de Vectores**





Tabla 3.5

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	1	eje aleatorio
flecha	alambre galvanizado	amarillo	1	vector $A$
flecha	alambre galvanizado	marrón	1	vector $B$
flecha	alambre galvanizado	rosado	1	vector $R$

## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

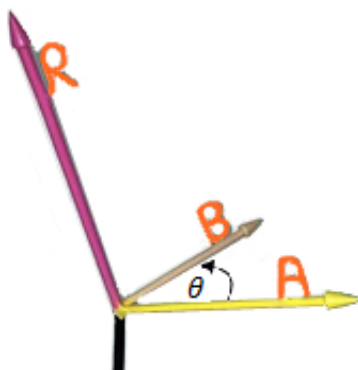
### PRODUCTO VECTORIAL DE VECTORES

Objetivo: Conocer y aprender los conceptos, reglas y propiedades de esta operación tan importante. Aplicarlos correctamente al desarrollo de los ejercicios propuestos en las actividades. Despertar el interés por este tema y su utilidad teórico-práctica dentro de la Física.

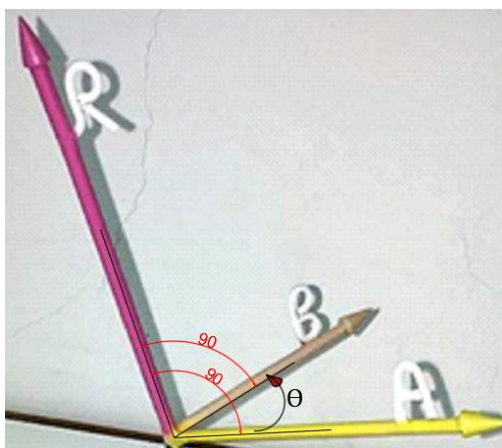
#### **INDICACIONES:**

Establezca los parámetros característicos que son parte de la operación vectorial, de esta manera:


*Magnitud:  $|R| = A \cdot B \cdot \sin\theta$ , donde  $\theta$  es el ángulo entre los vectores  $A$  y  $B$*

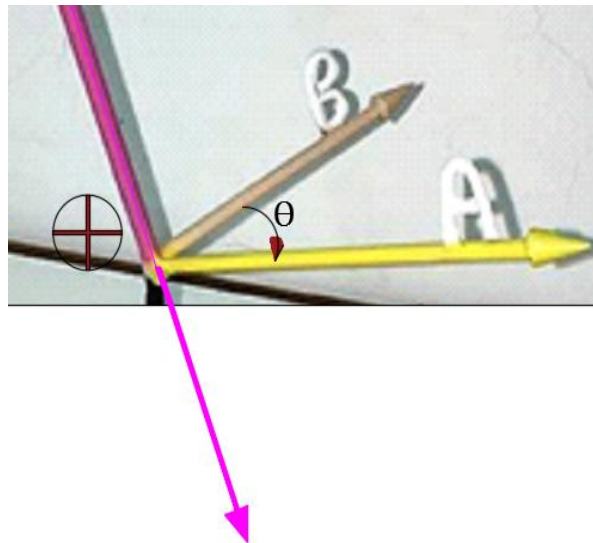
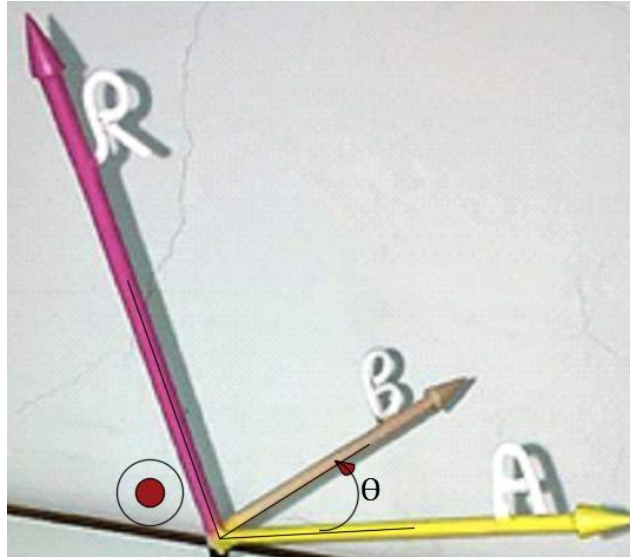


*Dirección:  $R$  es perpendicular tanto a  $A$  como a  $B$*



*Sentido:* Representado por :  Si el vector sale del plano del papel.

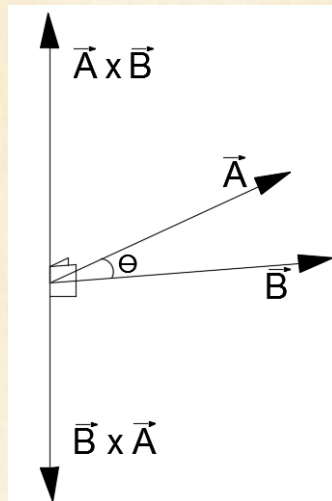
 Si el vector ingresa en el plano del papel.



## PRODUCTO VECTORIAL DE VECTORES

### MARCO TEÓRICO:

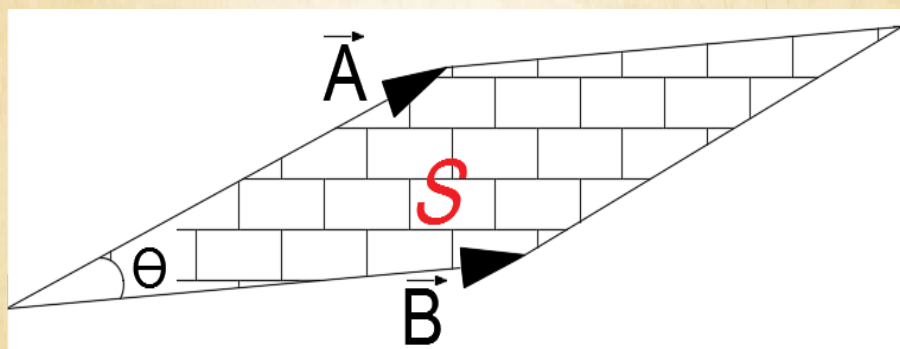
Una de las maneras en las que dos vectores pueden ser combinados es el producto vectorial, también denominado producto cruz. Cuando el producto cruz es calculado el resultado es, como el nombre sugiere, otro vector. Para operar dos vectores en producto cruz, su origen debe coincidir. El ángulo que se forma entre los dos se denomina  $\theta$ .



La magnitud del vector resultante queda determinada como  $R = A \cdot B \sin \theta$ . La dirección de la resultante es un vector perpendicular a ambos vectores y su dirección queda determinada por la regla de la mano derecha. Para este caso, el producto vectorial no es conmutativo:

$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$

Una de las aplicaciones geométricas más relevantes es el cálculo del área de un paralelogramo, la cual está dada por:



$$S = |\vec{A} \times \vec{B}|$$



## EJERCICIO MODELO:

Determine el área del paralelogramo formado por los siguientes vectores:

$$\vec{C} = 12; 50^\circ; 100^\circ; 42^\circ \text{ y } \vec{D} = 8; 100^\circ; 60^\circ; 32^\circ$$

**Procedimiento:**

Se expresa en forma rectangular:

$$\vec{C} = 7,713\vec{i} - 2,084\vec{j} + 8,9\vec{k}$$

$$\vec{D} = -1,389\vec{i} + 4\vec{j} + 6,784\vec{k}$$

Su producto vectorial es:

$$\vec{C} \times \vec{D} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 7,713 & -2,084 & 8,9 \\ -1,389 & 4 & 6,784 \end{vmatrix} = -49,808\vec{i} - 64,719\vec{j} + 27,959\vec{k}$$

Donde su magnitud es:  $|\vec{C} \times \vec{D}| = \sqrt{49,808^2 + 64,719^2 + 27,959^2} = \mathbf{86,315 \text{ u}^2}$



### ACTIVIDAD:

Encuentre un vector que sea perpendicular a ambos:  $\vec{P} = i + 2j - 3k$  y  $\vec{Q} = 2i + 3j + k$

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

### JUEGO DE VECTORES DE ÁNGULO PLANO

## TEMAS QUE ABORDA:

- Vectores ángulo plano y superficie

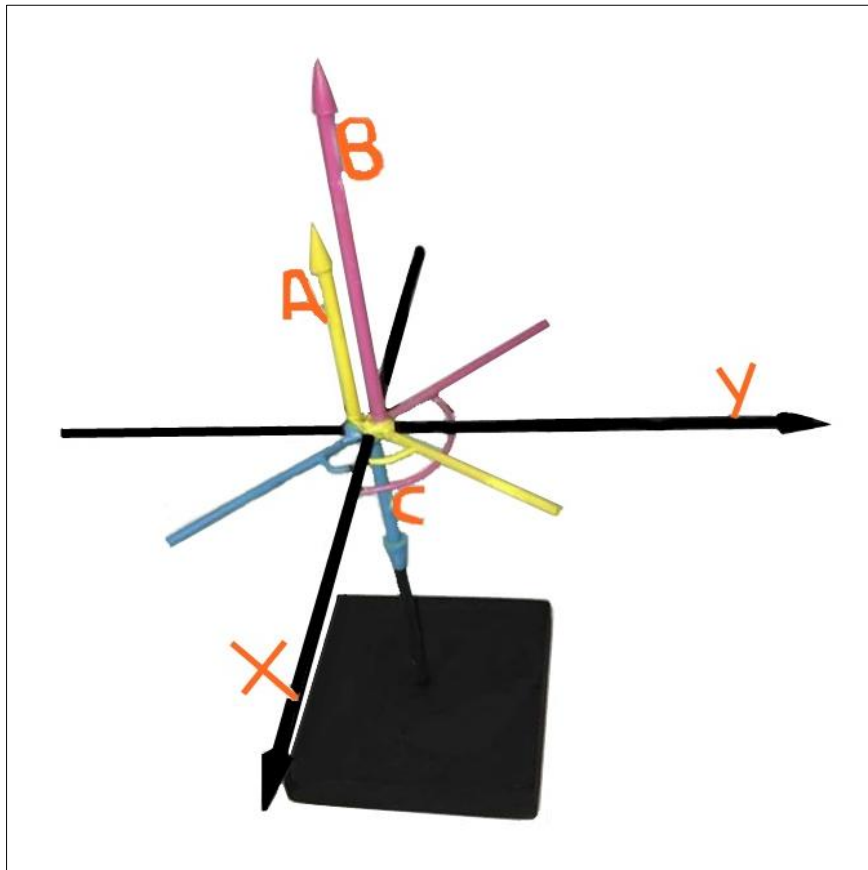




Tabla 3.6

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistema de coordenadas rectangulares
flecha	alambre galvanizado	amarillo	1	Magnitud del vector ángulo plano
flecha	alambre galvanizado	rosado	1	Magnitud del vector ángulo plano
flecha	alambre galvanizado	azul	1	Magnitud del vector ángulo plano



## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### VECTORES ÁNGULO PLANO Y SUPERFICIE

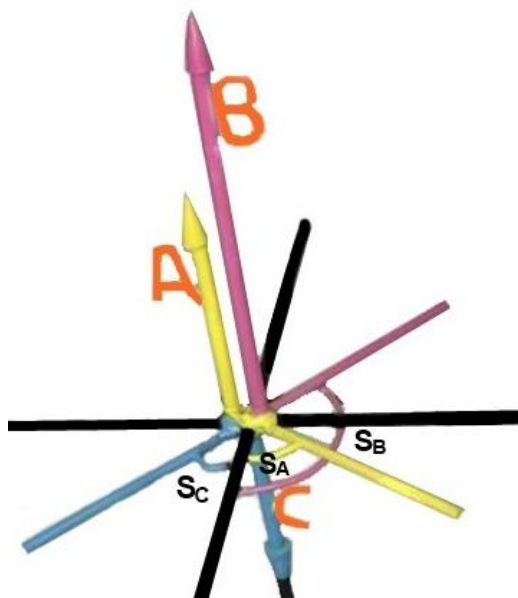
**Objetivo:** Conocer y aprender las definiciones completas de las tan conocidas cantidades llamadas ángulo plano y superficie. Aplicarlas correctamente a la graficación de los ángulos planos y superficies sugeridos. Admirar el hecho de que éstas sean realmente cantidades vectoriales.

#### **INDICACIONES:**

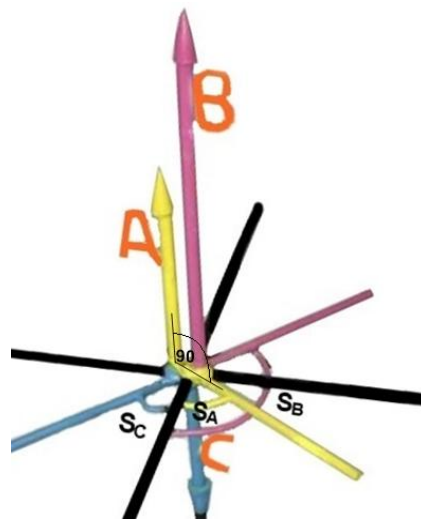
Analice los tres parámetros que conforman al vector de ángulo plano, para ello:

Establezca la magnitud de su vector ángulo plano, para cada caso en particular, existen tres magnitudes distintas para los vectores de ángulo, plano:

Magnitud	Valor
A	$\frac{S_A}{R_A}$
B	$\frac{S_B}{R_B}$
C	$\frac{S_C}{R_C}$

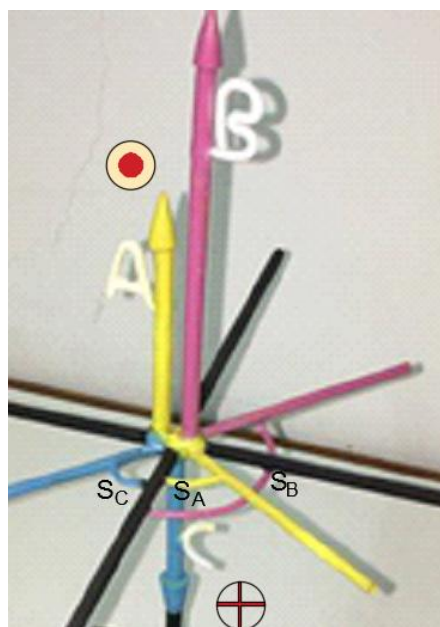


Establezca la dirección del vector, la cual siempre es perpendicular al plano de barrido del ángulo.



Establezca el sentido del vector a partir de la regla de la mano derecha. La misma determina que ángulos en movimiento anti horario determinan sentidos positivos; por el contrario, ángulos horarios generan sentidos negativos.

VECTOR	SENTIDO
$\vec{A}$	POSITIVO
$\vec{B}$	POSITIVO
$\vec{C}$	NEGATIVO



## VECTOR ÁNGULOS PLANOS

### MARCO TEÓRICO:

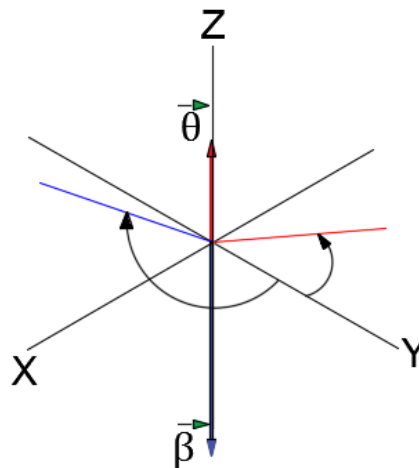
El ángulo plano es considerado como una cantidad vectorial, la cual posee magnitud, dirección y sentido. La magnitud de un ángulo plano es igual al arco que el ángulo describe dividido para el radio de circunferencia, la cual se expresa en grados sexagesimales, centesimales o en radianes. De este modo:  $\varphi = S/R$ . Por otro lado, la dirección del vector queda determinada por la regla de la mano derecha, la cual manifiesta que se empuñan los dedos en el sentido en el que crezca el ángulo, siendo que el pulgar se encarga de determinar el valor positivo o negativo.

### EJERCICIO MODELO:

Grafique los siguientes ángulos planos  $\theta = 60^\circ, \beta = -170^\circ$ .

#### Procedimiento:

Se grafica los ángulos en el plano X-Y, y se aplica la regla de la mano derecha, así:



### ACTIVIDAD:

Dibuje en un sistema de referencia:

$$\vec{\alpha} = -234^\circ$$

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**JUEGO DE MANIJAS**

## TEMAS QUE ABORDA:

- Torque
- Par, torque de un par





Tabla 3.7

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR (CARAS)	CANT.	REPRESENTA
1. Perilla	Metal	cobre	1	Torque
2. Manija	Metal	plateado	1	Torque de un par

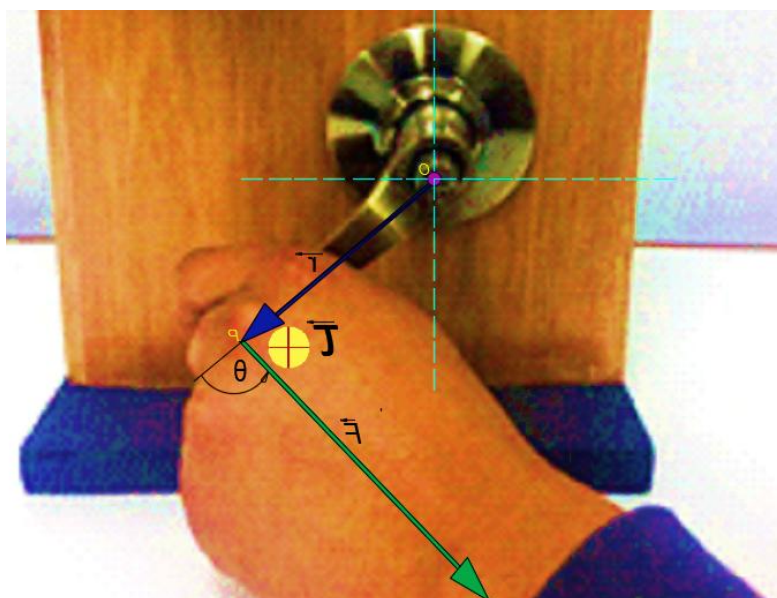
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### TORQUE

**Objetivo:** Descubrir y aprender la definición de este importante concepto físico. Aplicarlo correctamente al resolver los problemas propuestos en las actividades. Despertar el interés por el tema y sus repercusiones en la vida cotidiana.

#### PROCEDIMIENTO:

Utilice el sistema manija para representar el concepto de torque. Visualice con la ayuda de los estudiantes los correspondientes vectores de posición y de fuerza. Elabore un diagrama de fuerzas, así:



Escriba la ecuación del torque  $\tau$ , y determine el sentido del vector resultante, a partir de la regla de la mano derecha.

$$\vec{\tau} = \vec{r}_{OP} \times \vec{F}, \text{ es un vector entrante}$$

Determine la ecuación alterna del torque a partir del ángulo  $\theta$

$$\tau = r_{OP} F \sin \theta$$



## TORQUE

### MARCO TEÓRICO:

El torque, también denominado como “momento de fuerza”, es un concepto físico muy importante. Se trata de una cantidad vectorial que se simboliza con la letra griega  $\vec{\tau}$  y se define mediante la siguiente expresión vectorial:  $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ .

Donde  $\vec{r}$  es el vector posición del punto de aplicación de la fuerza  $\vec{F}$  con respecto a cierto punto O, aunque es más conveniente referir el torque a algún eje. En consecuencia, siempre que se hable de torque habrá que especificar el punto o eje con respecto al cual se lo calcula. La forma vectorial de la expresión del torque es:

$$\vec{\tau} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ r_x & r_y & r_z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

### EJERCICIO MODELO:

*¿Qué torque se aplica sobre un perno si se utiliza una llave de 32 cm de longitud sobre la que se aplica perpendicularmente y en su extremo opuesto una fuerza de 320 N?*

#### **Resolución:**

Se transforma las respectivas magnitudes, 32 cm = 0,32 m

Ahora se aplica:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}, \tau = 0,32 \cdot 320 \cdot \text{sen}90 = 102,4 \text{ [N.m]}$$



### ACTIVIDAD:

Calcular el momento para el esquema de la manija:

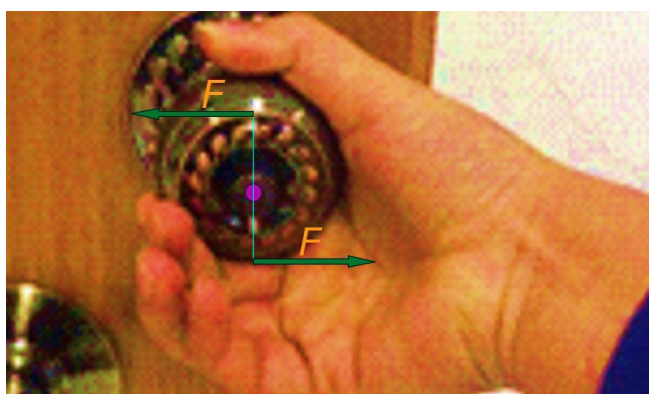
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### PAR, TORQUE DE UN PAR

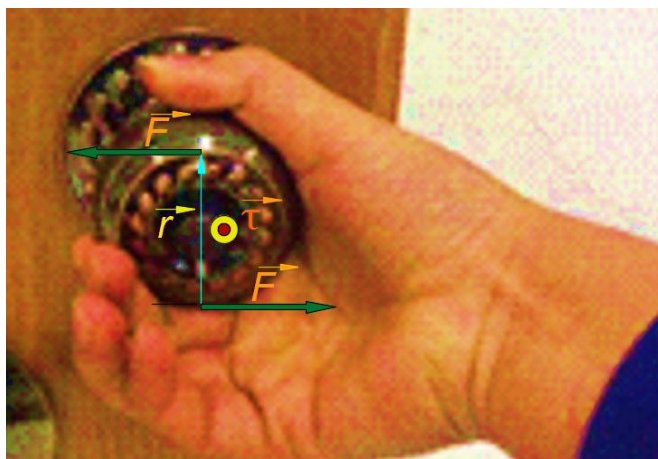
**Objetivo:** Descubrir y aprender estos nuevos conceptos, sus efectos y aplicaciones. Aplicarlo al análisis del movimiento subsiguiente de algunos sistemas físicos propuestos en las actividades. Admirar y reconocer las grandes repercusiones de este sencillo concepto en la vida cotidiana

#### PROCEDIMIENTO:

Utilice el sistema perilla para representar el concepto de par. Visualice con la ayuda de los estudiantes el sistema de dos fuerzas que actúan en la perilla. Solicite que se elabore un diagrama que ilustre la situación física, así:



Deduzca la expresión que determina el momento de un par. Considere la distancia  $d=2r$  que corresponde al diámetro de la perilla:



$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}, \text{ es un vector saliente}$$



## PAR, TORQUE DE UN PAR

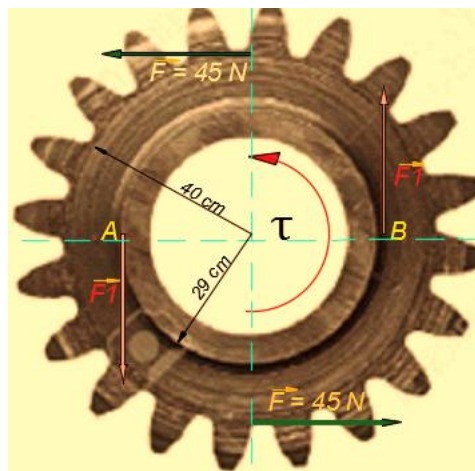
### MARCO TEÓRICO:

Un par se define como un sistema de dos fuerzas de igual magnitud, igual dirección y sentidos contrarios; por lo tanto, la resultante de un Par siempre resulta ser cero. Por su lado, el torque de un Par es el momento de fuerza producido por un Par, el cual es siempre diferente de cero. Un par produce movimientos de rotación, únicamente. Una característica muy importante del Torque de un Par es que su valor es independiente del punto o eje con respecto al cual se lo evalúa. La ecuación del torque de un Par es:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}, \text{vectorial}; \quad \tau = Fd, \text{escalar}$$

### EJERCICIO MODELO:

Un par actúa sobre los dientes del engrane de una rueda dentada. Reemplázelo por un par equivalente de fuerzas, las cuales actúen en A y B.



### Resolución:

Se calcula el torque ( $\tau$ ), ejercido por las fuerzas de 45 N, entonces:

$$\tau = Fd, \tau = 45(0,4) = 18 \text{ N.m}$$

Se obtiene las fuerzas para los puntos A y B:

$$18 = 0,29F; F = \frac{18}{0,29}; F = 62,1 \text{ N}$$



**ACTIVIDAD:** Calcule la resultante del par y el torque del par producido por las fuerzas:  $\vec{F}_1 = (-250 \vec{i} + 400 \vec{j}) \text{ N}$  y  $\vec{F}_2 = (250 \vec{i} - 400 \vec{j}) \text{ N}$ , aplicadas en los puntos  $P1(-3,7)$  y  $P2(6,2)$ , respectivamente

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

VECTORES CONCURRENTES

## TEMAS QUE ABORDA:

- Torque de  $n$  fuerzas concurrentes

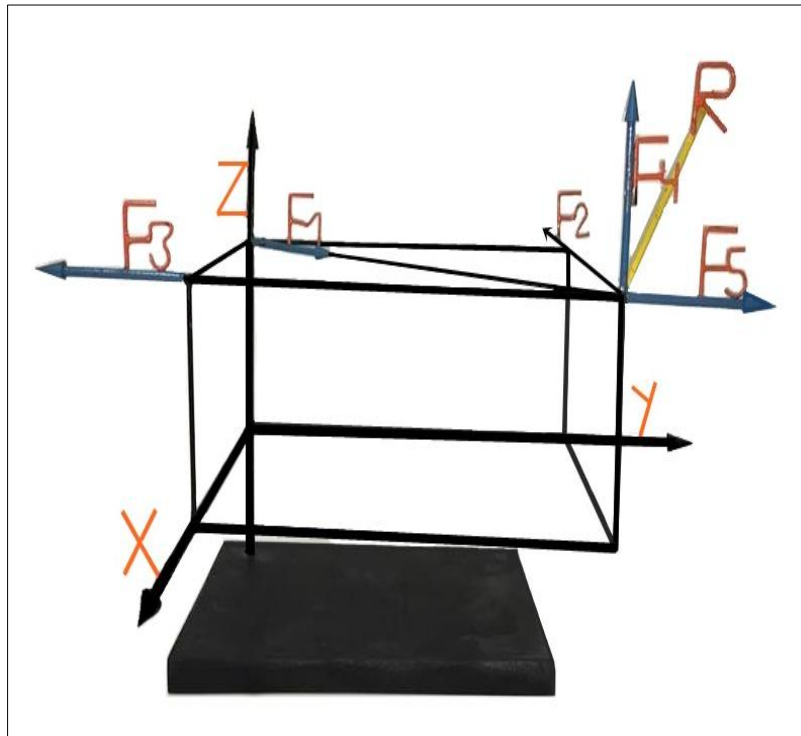




Tabla 3.8

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	3	Sistema de coordenadas rectangulares
flecha	alambre galvanizado	azul	1	Fuerza 1
flecha	alambre galvanizado	azul	1	Fuerza 2
flecha	alambre galvanizado	azul	1	Fuerza 3
flecha	alambre galvanizado	azul	1	Fuerza 4
flecha	alambre galvanizado	azul	1	Fuerza 5
flecha	alambre galvanizado	amarillo	1	Resultante de Fuerza 4 y Fuerza 5

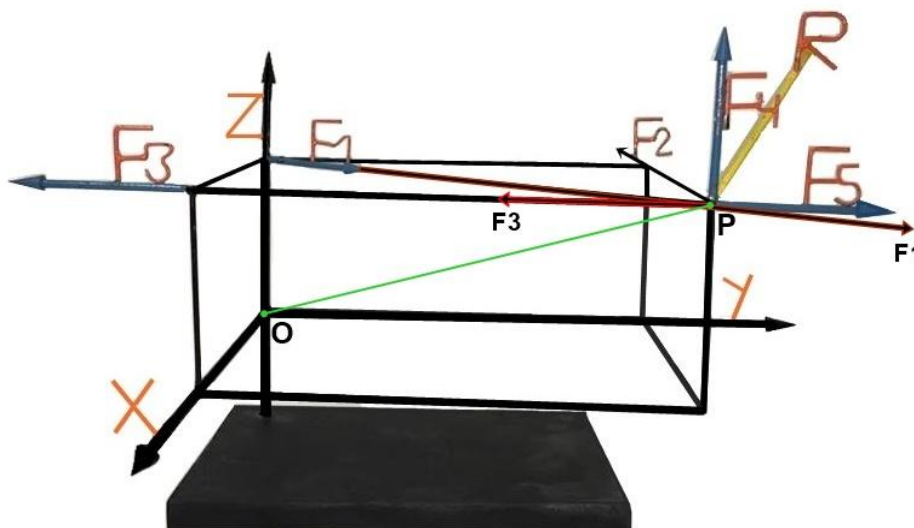
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### TORQUE DE N FUERZAS CONCURRENTES

**Objetivo:** Discutir y aprender la secuencia para resolver los torques producidos por sistemas de fuerzas concurrentes. Aplicar el concepto correctamente al desarrollar las micro pruebas y problemas propuestos en las actividades. Despertar el afecto por el tema.

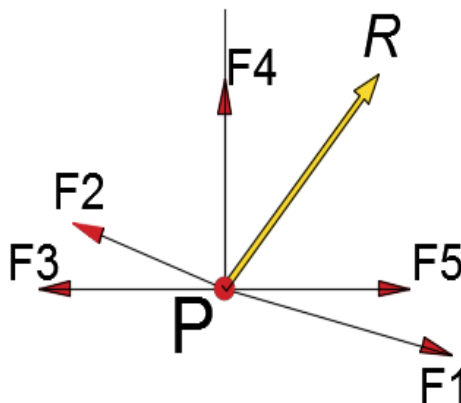
#### **INDICACIONES:**

- Contabilice con los estudiantes las diversas fuerzas concurrentes que actúan sobre el sistema. Determine el punto de concurrencia de las fuerzas, para ello, analice la dirección de los vectores. Para el caso en particular, todas las fuerzas concurren en el punto P. Realice la traslación de las fuerzas al punto P

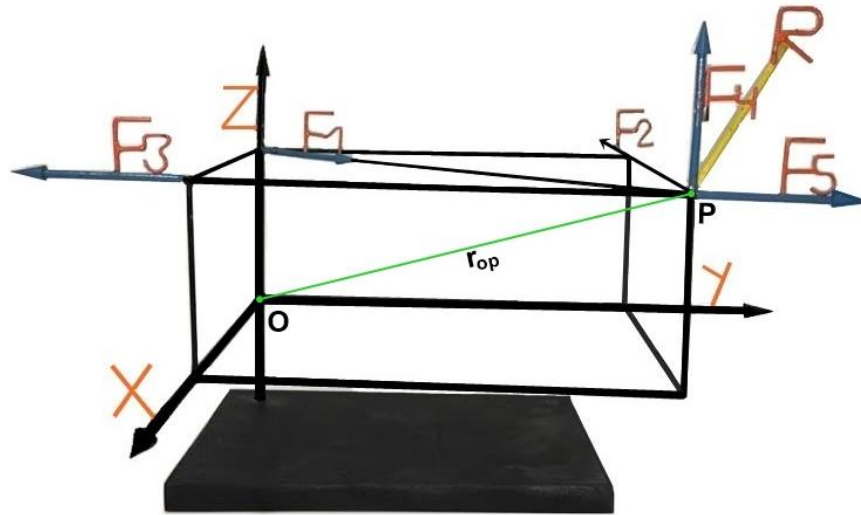


Realice la suma vectorial para obtener la resultante, de tal modo que:

$$\vec{R} = \vec{F1} + \vec{F2} + \vec{F3} + \dots \dots \dots$$



Considere ahora los puntos  $P$  y  $O$  y establezca el vector posición  $\vec{OP}$ , para calcular el Torque resultante.



De esta manera defina la ecuación para calcular el Torque en sistemas de fuerzas concurrentes, así:

$$\vec{\tau}_O = \vec{r}_{OP} \times \vec{R}, \text{ donde } \vec{r}_{OP} \text{ es el vector posición del punto de concurrencia } P \text{ con respecto a } O \text{ y } \vec{R} \text{ es la fuerza resultante.}$$

## TORQUE DE N FUERZAS CONCURRENTES

### MARCO TEÓRICO:

Al tener  $N$  fuerzas concurrentes, denominadas como  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n$ , se obtiene una fuerza resultante  $R = \sum \vec{F}_i$ . El torque resultante con respecto a un eje o un punto  $O$ , por acción de las  $N$  fuerzas está determinado por:  $\vec{\tau}_o = \vec{r}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{r}_2 \times \vec{F}_2 + \vec{r}_3 \times \vec{F}_3 + \dots + \vec{r}_n \times \vec{F}_n$ .

Pero, debido a que las fuerzas son concurrentes, se las puede desplazar para que todas ellas actúen en un único punto  $C$ , cuyo vector posición con respecto al punto  $O$  es  $\vec{r}_{oc}$ . Entonces:

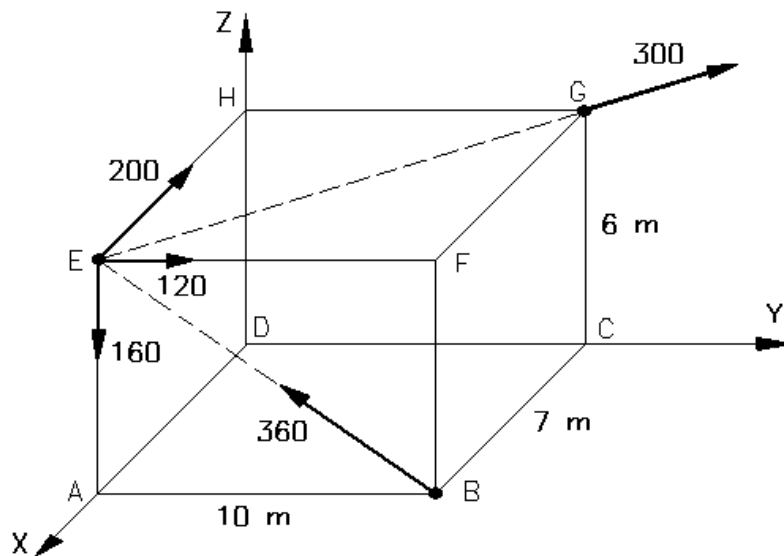
$$\vec{\tau}_o = \vec{r}_{oc} \times \vec{F}_1 + \vec{r}_{oc} \times \vec{F}_2 + \vec{r}_{oc} \times \vec{F}_3 + \dots + \vec{r}_{oc} \times \vec{F}_n = \vec{r}_{oc} (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n)$$

De este modo:

$$\vec{\tau}_o = \vec{r}_{oc} \times \vec{R}$$

### EJERCICIO MODELO:

Halle el torque resultante del conjunto de fuerzas concurrentes con respecto al punto  $B$ .



### Procedimiento:

Se determina la fuerza resultante y se obtiene:

$$\vec{R} = (-200 - 300 \cos 55^\circ) \mathbf{i} + (300 \sin 55^\circ - 360 \cos 30,964^\circ + 120) \mathbf{j} + (360 \sin 30,964^\circ - 160) \mathbf{k}$$

$$\vec{R} = -372,0729 \mathbf{i} + 57,049 \mathbf{j} + 25,220 \mathbf{k}$$





Se obtiene el vector desplazamiento:  $\vec{r}_{BE} = (7 - 7)\vec{i} + (0 - 10)\vec{j} + (6 - 0)\vec{k}$

$$\vec{r}_{OB} = 0\vec{i} - 10\vec{j} + 6\vec{k}$$

Aplicando el producto cruz:

$$\vec{\tau}_O = \begin{vmatrix} i & j & k \\ -372,073 & 57,049 & 25,220 \\ 0 & -10 & 6 \end{vmatrix}$$

$$\vec{\tau}_O = (594,494\vec{i} + 2232,232\vec{j} + 3720,73\vec{k}) \text{ N.m}$$

**ACTIVIDAD:**

Encuentre el torque resultante del conjunto de fuerzas concurrentes con respecto al punto C del ejercicio anterior.

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

VECTORES COPLANARES

## TEMAS QUE ABORDA:

- Composición de fuerzas aplicadas sobre un cuerpo rígido

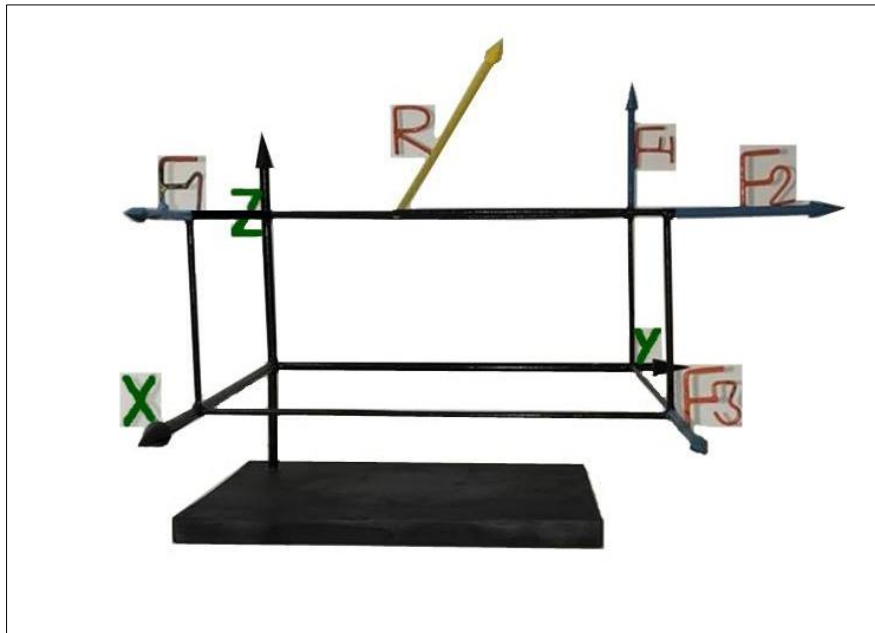






Tabla 3.9

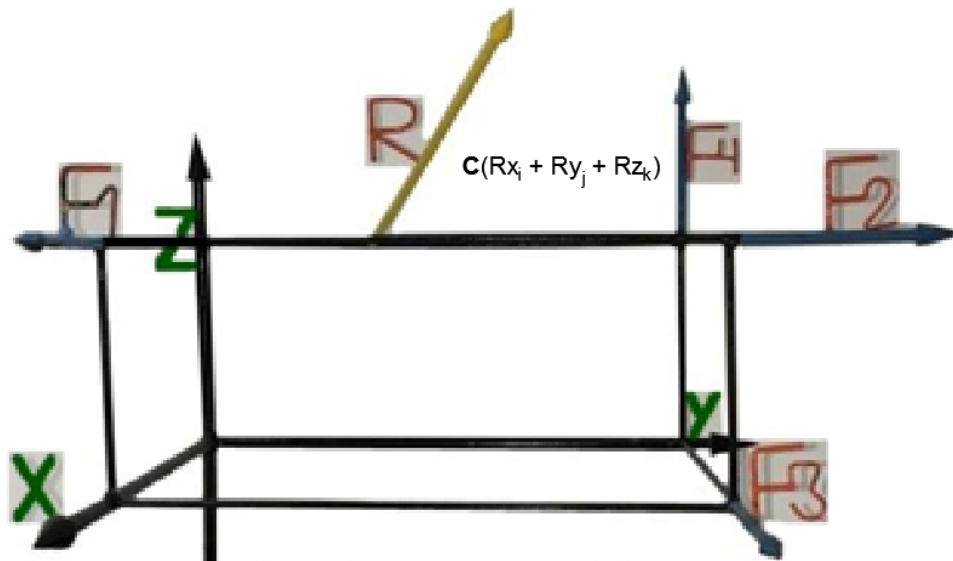
DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	3	Sistema de coordenadas rectangulares
flecha	alambre galvanizado	amarillo	1	Fuerza resultante

**GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO****COMPOSICIÓN DE FUERZAS APLICADAS SOBRE UN CUERPO RÍGIDO**

**Objetivo:** Conocer los conceptos pertinentes. Descubrir y aprender las reglas para la composición de fuerzas aplicadas sobre un cuerpo rígido. Aplicarlas a la resolución de las micro pruebas y problemas propuestos en las actividades.

**INDICACIONES:**

-Establezca la resultante de un conjunto de fuerzas que actúan sobre un cuerpo rígido:



Realice la suma vectorial para obtener la resultante:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

**COMPOSICIÓN DE FUERZAS APLICADAS SOBRE UN CUERPO RÍGIDO****MARCO TEÓRICO:**

Un cuerpo rígido es un sistema de muchísimas partículas muy ligadas y que mantienen fijas sus posiciones relativas dentro del conjunto. Por lo general un cuerpo rígido es extenso de modo que ocupa un volumen en el espacio. Si sobre un cuerpo rígido actúan varias fuerzas en diferentes puntos de aplicación, casi siempre dichas fuerzas serán no concurrentes. La resultante del sistema, sin embargo, está dada por la suma vectorial de aquellas fuerzas parciales:

$$\vec{R} = \sum \vec{F}_i$$

Del mismo modo el torque se halla mediante la suma parcial de los torques resultantes:

$$\vec{\tau}_o = \sum \vec{r}_o \times \vec{F}_i$$

**EJERCICIO MODELO:**

*Sobre un cuerpo rígido actúan las siguientes fuerzas:*

$$\vec{F}_1 = (-40\vec{i} - 2\vec{j} + 30\vec{k}) \text{ N, en } P_1(8; 8; 0)$$

$$\vec{F}_2 = (10\vec{i} + 20\vec{j} - 10\vec{k}) \text{ N, en } P_1(6; -4; 10)$$

$$\vec{F}_3 = (20\vec{i} - 10\vec{j} + 20\vec{k}) \text{ N, en } P_1(-4; 6; -6)$$

*Calcule la fuerza resultante.*

**Procedimiento:**

Se realiza la suma vectorial de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo rígido:

$$\vec{R} = \sum \vec{F}_i = (-10\vec{i} - 10\vec{j} + 40\vec{k}) \text{ N}$$

**ACTIVIDAD:**

Encuentre el torque resultante del conjunto de fuerzas con respecto al punto Q (0, 5, 7) m del ejercicio anterior.

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

**VECTORES COPLANARES**

**TEMAS QUE ABORDA:**

- **Composición de Fuerzas Coplanares**

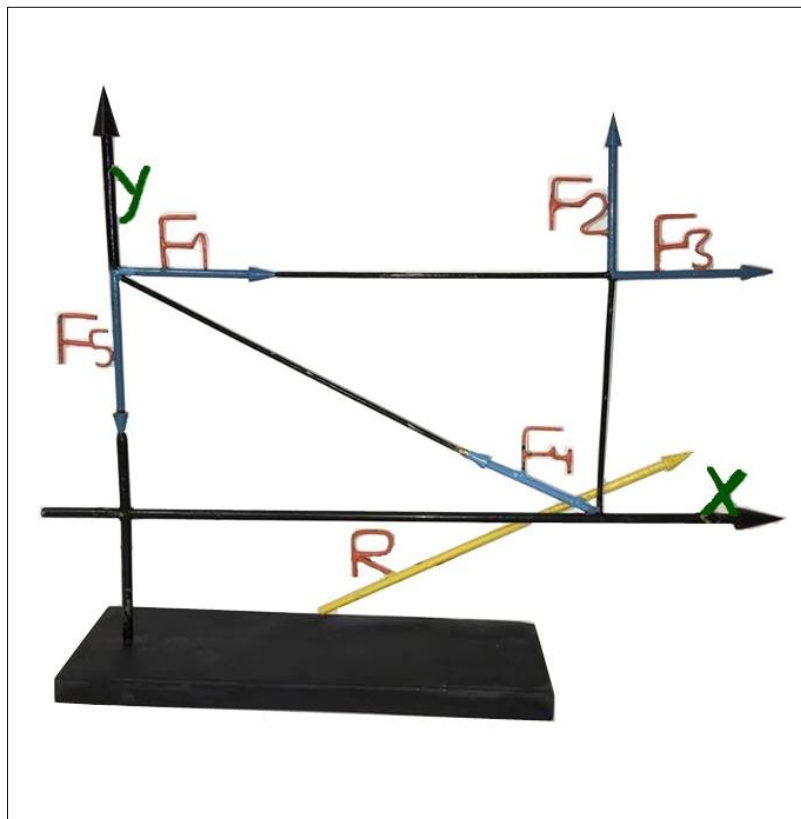




Tabla 3.10

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistema de coordenadas rectangulares
flecha	alambre galvanizado	azul	5	Fuerzas coplanares
flecha	alambre galvanizado	amarillo	1	Fuerza resultante
segmento	alambre galvanizado	negro	1	Línea de acción de la fuerza resultante
flecha	alambre galvanizado	amarillo	1	Fuerza resultante

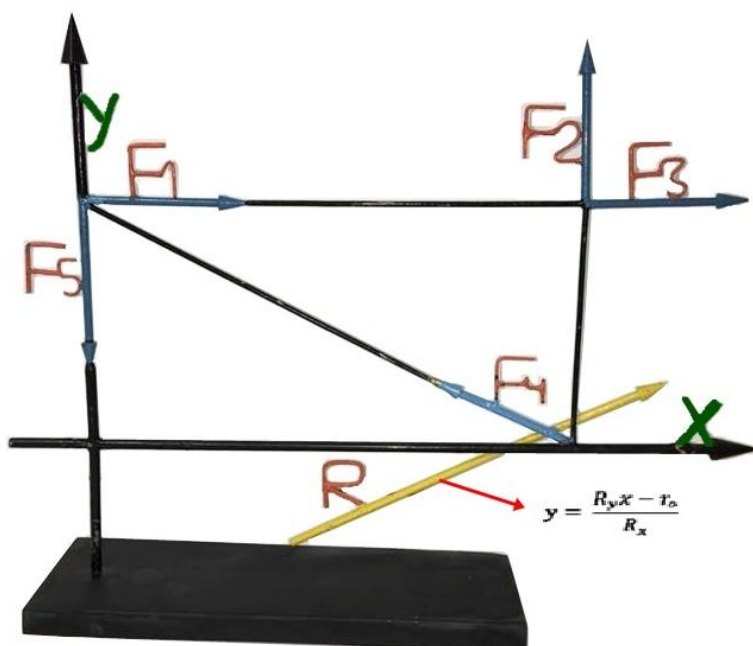
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### COMPOSICIÓN DE FUERZAS COPLANARES

**Objetivo:** Conocer los conceptos relacionados con el tema. Descubrir y aprender la composición de fuerzas coplanares. Aplicarla correctamente al desarrollo de los problemas propuestos en las actividades. Despertar el interés por el tema y sus consecuencias.

#### **INDICACIONES:**

-Establezca la resultante de un conjunto de fuerzas coplanares. Determine primero las fuerzas resultantes y en lo posterior el vector posición de cada fuerza:



Realice la suma vectorial para obtener la resultante, de tal modo que:

$$\vec{R} = \vec{F1} + \vec{F2} + \vec{F3} + \dots + Fn$$

$$\tau = \vec{r}_{o1} \times F_1 + \vec{r}_{o2} \times F_2 + \vec{r}_{o3} \times F_3 + \dots$$



## COMPOSICIÓN DE FUERZAS COPLANARES

### MARCO TEÓRICO:

Las fuerzas coplanares son aquellas cuyas rectas directrices reposan sobre un mismo plano. En las fuerzas coplanares comúnmente no se conoce el punto de concurrencia, pues las fuerzas no son concurrentes. La resultante del sistema está dada por la suma vectorial de las fuerzas parciales:

$$\vec{R} = \sum \vec{F}_i$$

Del mismo modo el torque se halla mediante la suma de los torques parciales:

$$\vec{\tau}_o = \sum \vec{\tau}_{o_i}$$

La dirección del torque resultante es perpendicular al plano de las fuerzas. Generalmente, el plano de las fuerzas es el plano  $x - y$ , por lo que el torque resultante se ubica en eje  $z$ .

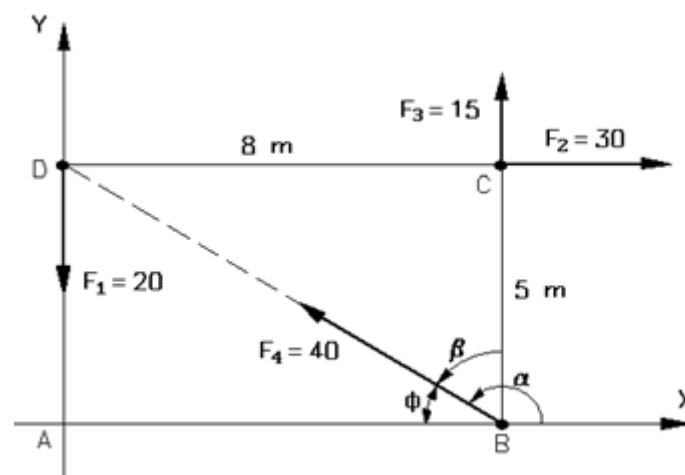
Es posible determinar la ecuación de la recta directriz de la resultante, la cual está dada por:

$$\tau_o = xR_y - yR_x$$

Donde  $R_y$  y  $R_x$  son los coeficientes de la resultante del sistema, en tanto que  $x$  e  $y$  son las coordenadas cartesianas de cada punto de dicha recta.

### EJERCICIO MODELO:

Para el siguiente sistema de fuerzas coplanares determine la fuerza resultante.



### Procedimiento:

Se calcula  $\alpha$  y  $\beta$ , para  $F_4$ :



$$\alpha = 180 - \tan^{-1} \frac{5}{8} = 180 - 32 = 148^\circ$$

$$\beta = 148 - 90 = 58^\circ$$

Se escribe las ecuaciones de las Fuerzas:

$$\vec{F}_1 = (0i - 20j)N$$

$$\vec{F}_2 = (30i + 0j)N$$

$$\vec{F}_3 = (0i - 15j)N$$

$$\vec{F}_4 = (-33,92i + 21,92j)N$$

Por lo tanto  $\vec{R} = (-3,92\vec{i} + 16,197\vec{j})N$



**ACTIVIDAD:**

Encuentre el torque resultante del conjunto de fuerzas con respecto al punto A del ejercicio anterior.



## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**FUERZAS PARALELAS**

## TEMAS QUE ABORDA:

- Composición de Fuerzas Paralelas

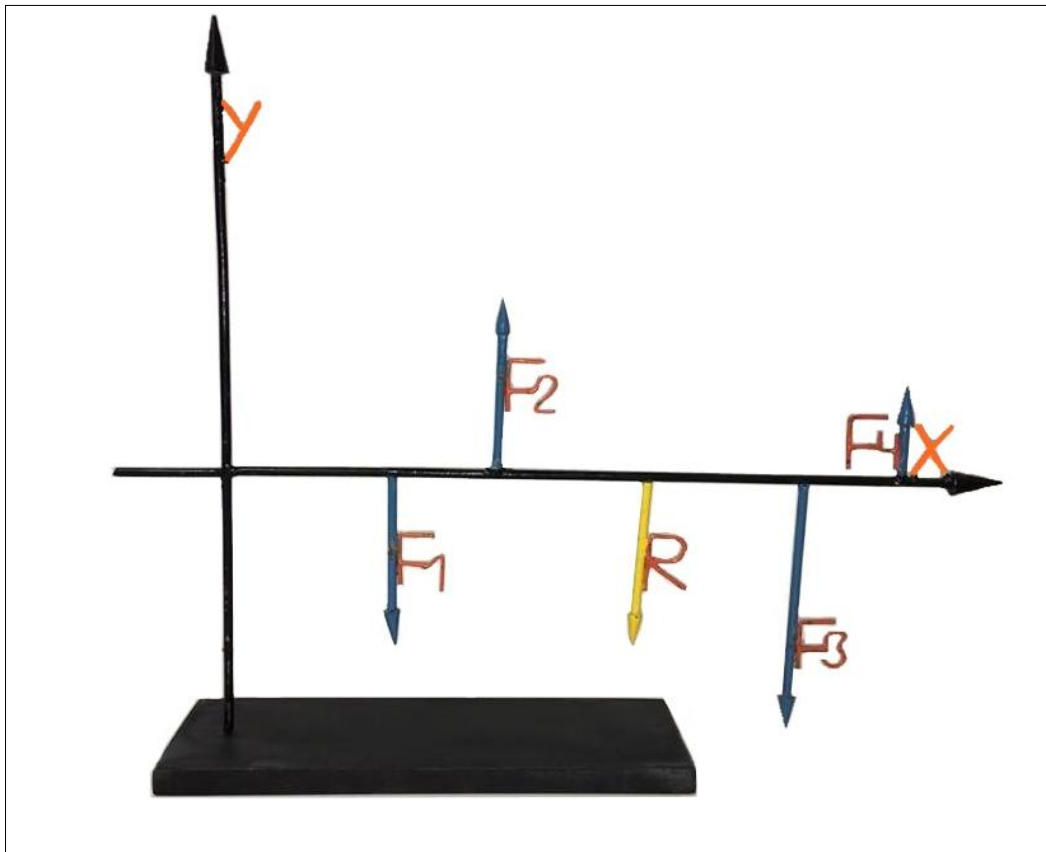




Tabla 3.11

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	metal	negro	2	Sistema de referencia
flechas	metal	azul	4	Vectores de peso
flecha	metal	amarillo	1	Vector de fuerza resultante

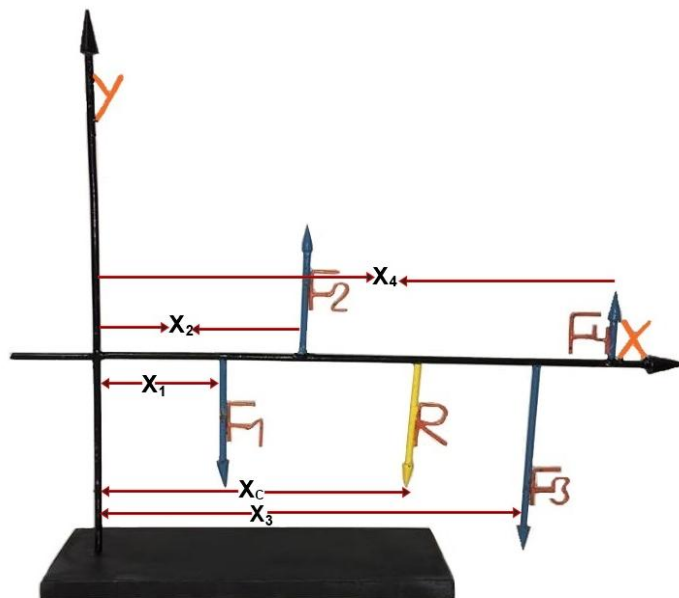
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### COMPOSICIÓN DE FUERZAS PARALELAS

**Objetivo:** Conocer los conceptos involucrados en este tema. Descubrir y aprender la composición de fuerzas paralelas. Aplicarla correctamente al desarrollo de las micro pruebas y problemas propuestos en las actividades. Reconocer la importancia del tema y sus posibles aplicaciones.

#### **INDICACIONES:**

- Elabore un esquema que permita encontrar la fuerza  $R$  resultante. Para ello, establezca las distancias respectivas de cada fuerza paralela respecto al punto  $O$ , así:



Se aplica la ecuación de equilibrio;

$$X_c = \frac{\sum x_i \cdot F_i}{\sum F_i}$$

$$R = \sum F_i$$

$$X_c = \frac{-x_1 \cdot F_1 + x_2 \cdot F_2 - x_3 \cdot F_3 + x_4 \cdot F_4}{-F_1 + F_2 - F_3 + F_4}$$

## COMPOSICIÓN DE FUERZAS PARALELAS

### MARCO TEÓRICO:

Las fuerzas paralelas son aquellas que tienen la misma dirección independientemente del sentido que tengan. La fuerza resultante dentro de un sistema de fuerzas paralelas se halla a partir de la suma vectorial de las fuerzas parciales considerando el respectivo signo.

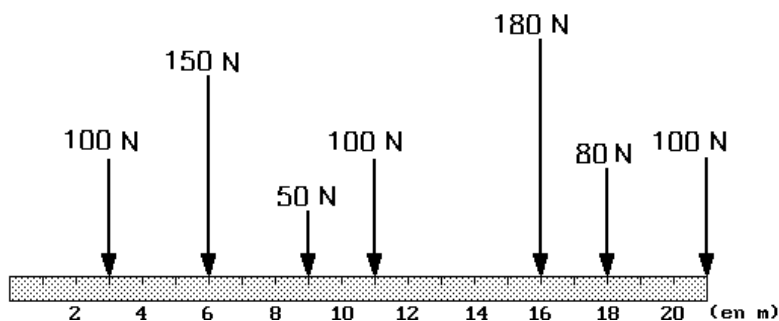
Es posible encontrar un punto P, denominado “centro de las fuerzas paralelas”, con respecto a un sistema de referencia. En el punto P actúa una fuerza equivalente capaz de producir sobre el sistema de fuerzas paralelas el mismo efecto dinámico.

Las ecuaciones útiles dentro del cálculo de sistema, son:

$$X_c = \frac{\sum x_i \cdot F_i}{\sum F_i}, y_c = \frac{\sum y_i \cdot F_i}{\sum F_i}, z_c = \frac{\sum z_i \cdot F_i}{\sum F_i}$$

### EJERCICIO MODELO:

Determine la magnitud y la posición de la fuerza resultante.



#### Procedimiento:

Se calcula la fuerza resultante:

$$R = -100 - 150 - 50 - 100 - 180 - 80 - 100 = (-760 \text{ i})N$$

$$X_c = \frac{-100 \cdot 2 - 150 \cdot 6 - 50 \cdot 9 - 100 \cdot 11 - 180 \cdot 16 - 80 \cdot 18 - 100 \cdot 20}{-760};$$

$$X_c = \frac{-300 - 900 - 450 - 1100 - 2880 - 1440 - 2100}{-760} = \frac{9170}{760} = 12,066m,$$

#### ACTIVIDAD:



Dos fuerzas paralelas y del mismo sentido están separadas 4 m. Una de las fuerzas mide 980 N y la recta directriz de la resultante, que está entre las dos fuerzas, pasa a 1,8 m de la otra. Halle las magnitudes de la resultante y de la otra fuerza.

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**CENTRO DE MASA DE UN SISTEMA DE MASAS PUNTUALES**

## TEMAS QUE ABORDA:

- Centros de masa

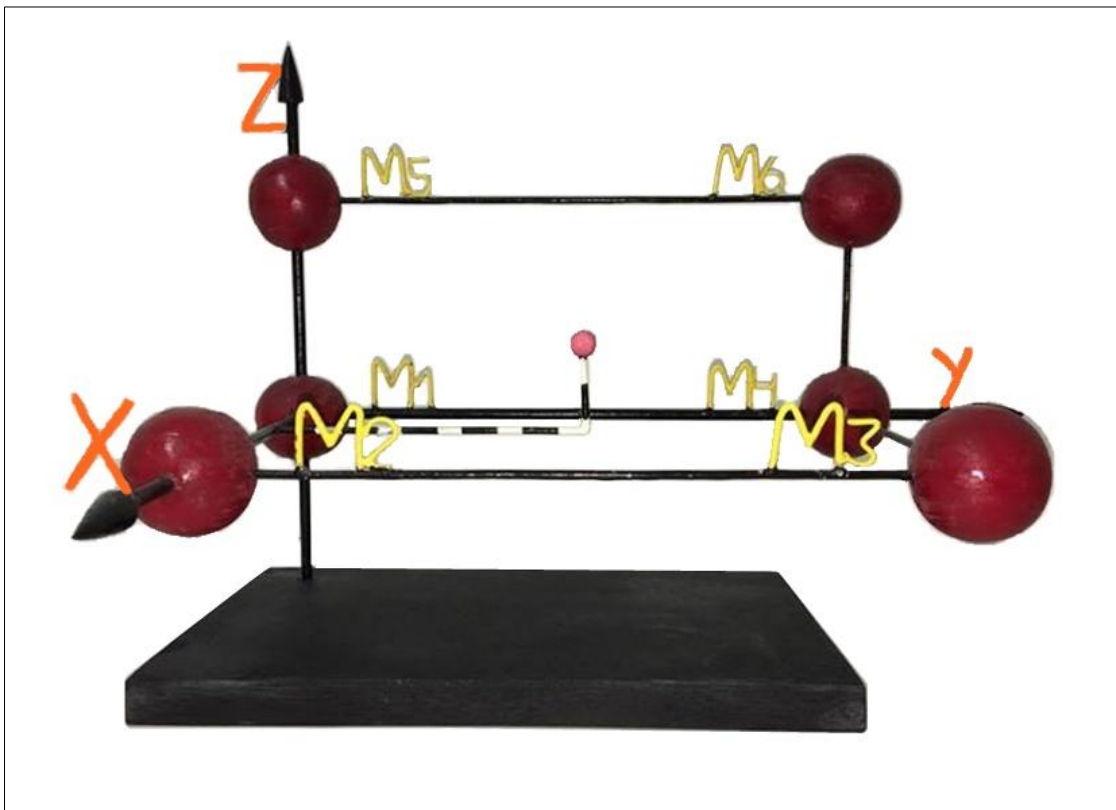




Tabla 3.12

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	3	ejes de referencia x-y-z
esfera	madera	rojo	1	partícula
esfera	madera	rosado	1	centro de masa

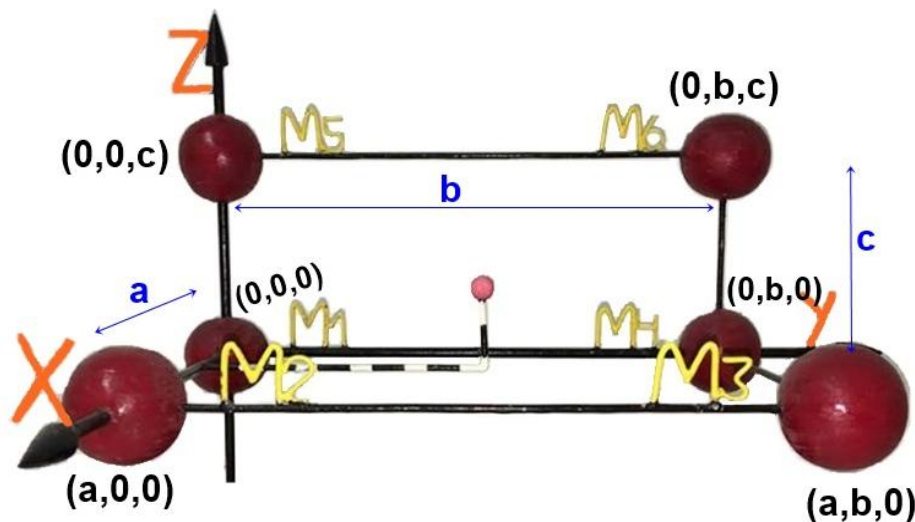
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### CENTROS DE MASA

**Objetivo:** Conocer y comprender el concepto de centro de masa. Determinar centros de masa de sistemas de masas y de láminas planas. Aplicarlo a los problemas propuestos en las actividades. Reconocer y admirar la importancia de este concepto.

#### INDICACIONES:

- Utilice el sistema de partículas para establecer el centro de masa de un sistema de partículas. Coloque las coordenadas de cada partícula.



Considere las siguientes condiciones para el sistema:

$$M_1 = M_2 = M_3 = M_4 = M_5 = M_6 = m$$

Aplique las ecuaciones de centro de masa para cada una de las tres coordenadas (x,y,z)

$$x_c = \frac{\sum x_i m_i}{\sum m_i} = \frac{a \cdot M_2 + a \cdot M_3}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6} = \frac{a(2m)}{6m} = 0,333 \text{ cm}$$

$$y_c = \frac{\sum y_i m_i}{\sum m_i} = \frac{b \cdot M_3 + b \cdot M_4 + b \cdot M_6}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6} = \frac{b(3m)}{6m} = 0,5 \text{ cm}$$

$$z_c = \frac{\sum z_i m_i}{\sum m_i} = \frac{c \cdot M_5 + c \cdot M_6}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6} = \frac{c(2m)}{6m} = 0,333 \text{ cm}$$

Por lo tanto CM ( 0,333; 0,5; 0,333)



## CENTROS DE MASA

### MARCO TEÓRICO:

El centro de masa de un sistema no rígido de partículas es un punto, el cual puede estar dentro o fuera del mismo, en el que parece concentrarse toda la masa del sistema. Si se imagina el vector posición de un centro de masa CM, se tiene:

$$\vec{r}_c = x_c \vec{i} + y_c \vec{j} + z_c \vec{k}$$

donde:

$$x_c = \frac{\sum x_i m_i}{\sum m_i}; y_c = \frac{\sum y_i m_i}{\sum m_i}; z_c = \frac{\sum z_i m_i}{\sum m_i}$$

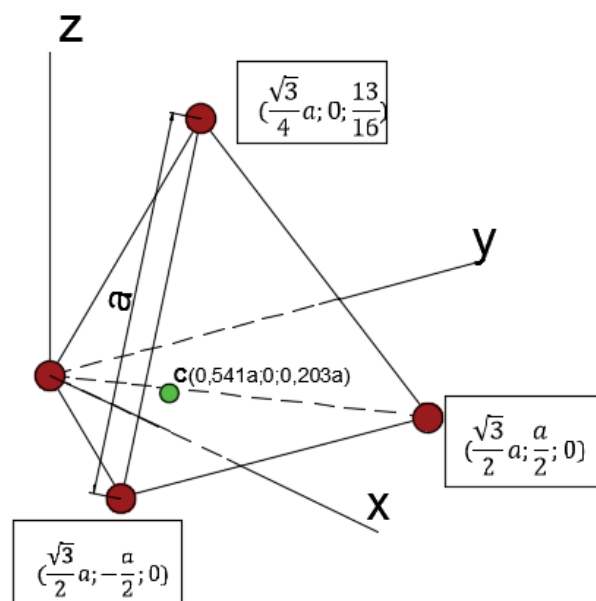
Para el caso de placas de masa homogénea:

$$x_c = \frac{\sum x_i S_i}{\sum S_i}; y_c = \frac{\sum y_i S_i}{\sum S_i}; z_c = 0$$

### EJERCICIO MODELO:

Cuatro masas iguales se encuentran en los vértices de un tetraedro regular de lado  $a$ . Encuentre la posición del centro de masa si el tetraedro descansa sobre una de sus caras triangulares.

**Resolución:**



Se aplica la ecuación:



$$x_c = \frac{\sum x_i m_i}{\sum m_i} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} a \cdot m_4 + \sqrt{3}/2 a \cdot m_2 + \sqrt{3}/2 a \cdot m_3}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4} = \frac{2,165 a m}{4 m} = 0,541 a$$

$$y_c = \frac{\sum y_i m_i}{\sum m_i} = \frac{-a/2 \cdot m_1 + a/2 \cdot m_2}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4} = \frac{0}{4 m} = 0$$

$$z_c = \frac{\sum z_i m_i}{\sum m_i} = \frac{\frac{13}{16} a \cdot m_4}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4} = \frac{\frac{13}{16} a \cdot m}{4 m} = 0,203 a$$

**CM (0.541a;0;0,203a)**



**ACTIVIDAD:**

Determine las coordenadas del centro de masa del siguiente sistema de masas puntuales o partículas:  $m_1 = 20 \text{ kg}$ ; situada en  $(1; 8; -6)$ ;  $m_2 = 15 \text{ kg}$ ; situada en  $(12; 2; 10)$ ;  $m_3 = 10 \text{ kg}$ ; situada en  $(-4; -6; 6)$ ;  $m_4 = 30 \text{ kg}$ ; situada en  $(8; 0; 5)$ .

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**PLACA DE EQUILIBRIO**

## TEMAS QUE ABORDA:

- **Equilibrio del cuerpo rígido**

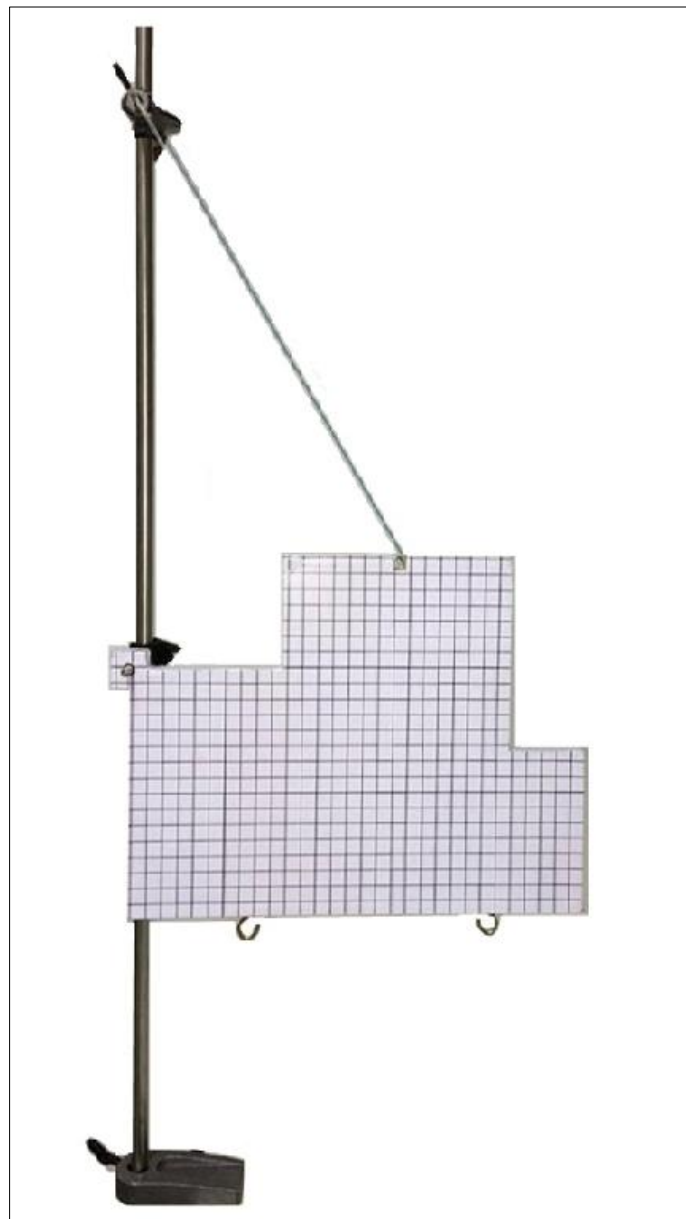




Tabla 3.13

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
placa	madera	blanco	1	Partícula en equilibrio

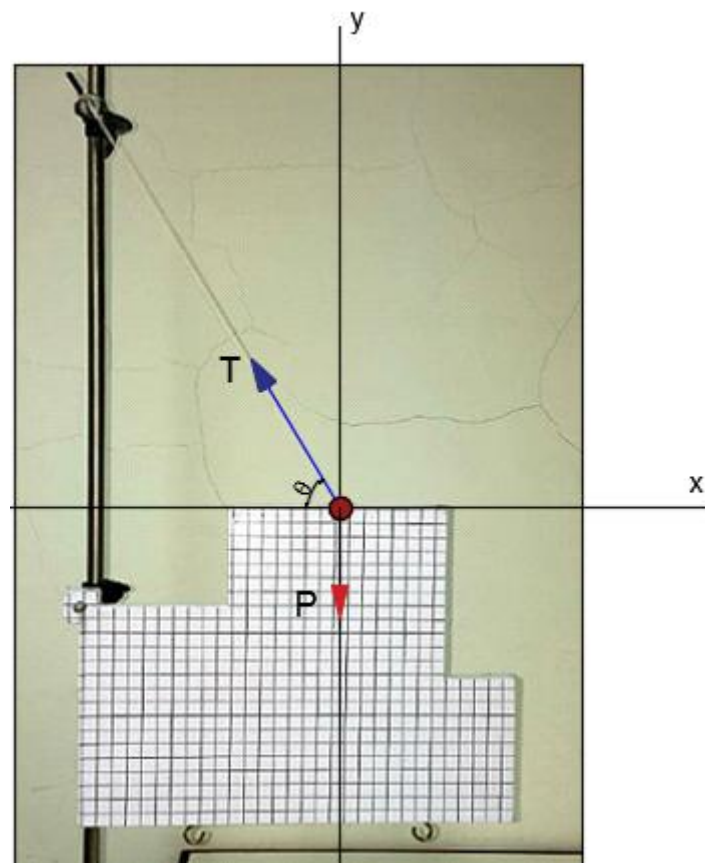
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### EQUILIBRIO DE UNA PARTÍCULA

**Objetivo:** Descubrir y aprender las reglas y leyes relacionadas con equilibrio de un cuerpo rígido. Aplicarlas correctamente al desarrollo de los problemas propuestos en las actividades. Despertar el interés y valorar lo que representa este tema en la vida diaria, especialmente en el ámbito de la construcción.

#### **INDICACIONES:**

Junto con los estudiantes establezca la tensión requerida para equilibrar al cuerpo de la figura. Para ello fije el cuerpo a una varilla de soporte. Considere el peso del cuerpo y a través de una cuerda sujeta al armaje alinéelo. Aquella será la tensión de equilibrio.



## EQUILIBRIO DE UN CUERPO RÍGIDO

### MARCO TEÓRICO:

Puesto que un cuerpo rígido es relativamente extenso, tiene la posibilidad de rotar en torno a algún eje que pase por su centro de masa o fuera de él. Además, dicho centro de masa puede trasladarse al igual que cualquier partícula.

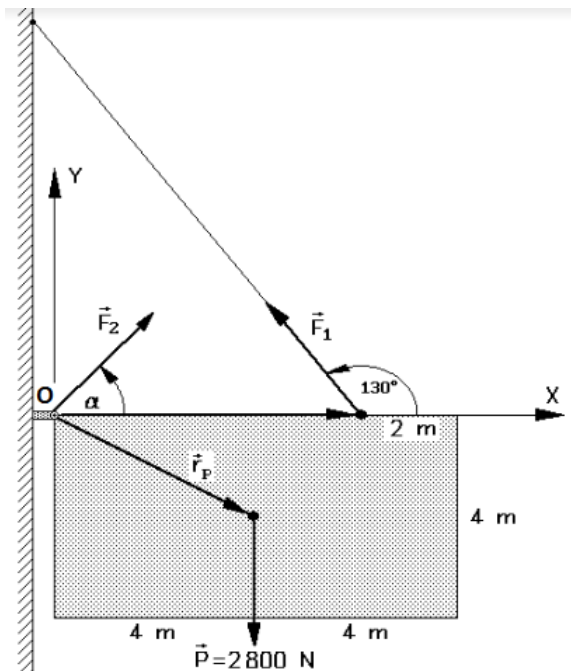
Un cuerpo rígido está en equilibrio cuando la fuerza resultante que actúa sobre él es cero y cuando el torque resultante con respecto a cualquier punto o eje es también cero. La primera condición garantiza el equilibrio de traslación; la segunda garantiza el equilibrio de rotación. Matemáticamente diremos que un cuerpo rígido está en equilibrio cuando:

$$\vec{R} = \sum \vec{F}_i = 0$$

$$\vec{\tau}_o = \sum \vec{\tau}_{o_i} = 0$$

### EJERCICIO MODELO:

Escriba las ecuaciones analíticas de las fuerzas y de los vectores posición de sus puntos de aplicación con respecto al punto O:



$$\vec{F}_1 = F_1 \cos 130^\circ \vec{i} + F_1 \sin 40^\circ \vec{j}$$

$$\vec{F}_2 = F_2 \cos \alpha \vec{i} + F_2 \sin \alpha \vec{j}$$

$$\vec{r}_1 = 6 \vec{i}$$

$$\vec{r}_2 = 0$$

$$\vec{r}_p = 4 \vec{i} + 6 \vec{j}$$



### ACTIVIDAD:

Determine las fuerzas F1 y F2 que equilibran al ejercicio anterior.

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

TORNO

## TEMAS QUE ABORDA:

- Otras máquinas simples





Tabla 3.14

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
soportes	metal	blanco	2	Soportes del torno
base	madera	negro	1	
cilindro	hierro	negro	1	Cilindro del torno
manivela	alambre galvanizado	negro	1	Manivela del torno
Cubo de basura	lata	Gris plateado	1	Carga del torno

**GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO****OTRAS MÁQUINAS SIMPLES**

**Objetivo:** Conocer y aprender las ecuaciones, tipos y aplicaciones de otras máquinas simples como las poleas diferenciales, plano inclinado, etc. Resolver correctamente las actividades propuestas. Aprender la utilidad de estos dispositivos en varios aspectos de la vida diaria del hombre

***INDICACIONES:***

- Elabore un diagrama de fuerzas para explicar el funcionamiento de la máquina simple.



A partir de los parámetros colocados, elabore las ecuaciones tanto de Fuerza ejercida en la manivela como la Ventaja Mecánica del sistema.

$$F = \frac{q}{f} Q$$
$$VM = \frac{f}{q}$$



## OTRAS MÁQUINAS SIMPLES

### MARCO TEÓRICO:

El torno es una máquina, la cual está provista de una palanca que puede dar muchas vueltas con el objeto de enrollar una cuerda. El torno está constituido por un cilindro que puede girar alrededor de su propio eje mediante una rueda o simplemente una manivela fija a uno de sus extremos.

Al analizar una máquina simple de este tipo existe un concepto que debe ser analizado. La *ventaja mecánica* consiste en la transformación de una pequeña fuerza de ingreso en una más grande. De este modo, la ventaja mecánica queda establecida como:

$$VM = \frac{\text{Fuerza salida}}{\text{Fuerza de ingreso}}$$

Lo cual en términos de cálculo práctico, se establece a partir de la longitud del brazo de esfuerzo y la longitud del brazo de carga.

$$VM = \frac{f}{q}$$

### EJERCICIO MODELO:

Un tronco cilíndrico de 10 cm de radio actúa como base de un torno para elevar agua. En uno de sus extremos tiene una manivela de 50 cm de radio. a) Determine su ventaja mecánica, b) ¿qué fuerza se requiere para elevar una carga de agua de 120 N? c) ¿qué carga se puede elevar aplicando un torque de 40 N.m?

#### *Procedimiento:*

Se establece el cálculo a partir del brazo de esfuerzo y carga, de este modo:

$$VM = \frac{f}{q} = \frac{0,5}{0,1} = 5$$

$$F = \frac{q}{f} \cdot Q = \frac{0,1}{0,5} (120) = 24 \text{ N}$$

$$\text{Torque es } 40 = F \cdot 0,5 \dots \dots F = 80 \text{ N}$$

$$Q = \frac{f}{q} \cdot F = 5 (80) = 400 \text{ N}$$



**ACTIVIDAD:** Calcule la ventaja mecánica para el torno del ejercicio anterior, si el brazo de esfuerzo se reduce a la mitad.

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

### GRÁFICA DE DESPLAZAMIENTO Y VELOCIDAD

## TEMAS QUE ABORDA:

- Movimiento rectilíneo uniforme

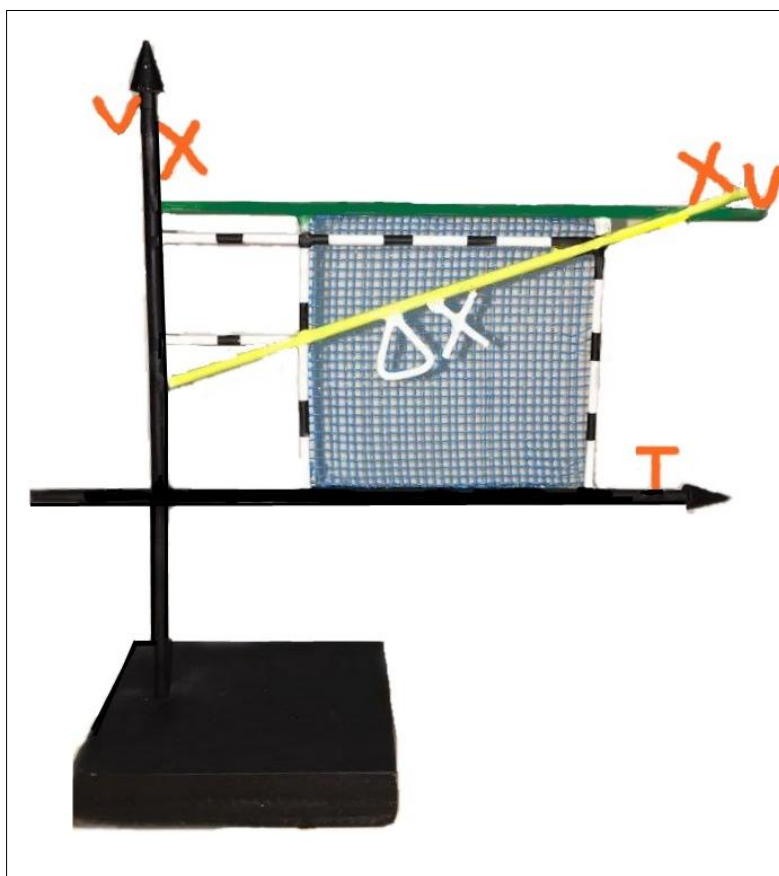




Tabla 3.15

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	2	ejes de referencia: $v - t, x - t$
segmento	alambre galvanizado	amarillo	1	recta de desplazamiento
segmento	alambre galvanizado	verde	1	recta de velocidad
segmento	alambre galvanizado	blanco/negro	4	Coordenadas de desplazamiento
mallá	Alambre galvanizado	plateado	1	Área de desplazamiento

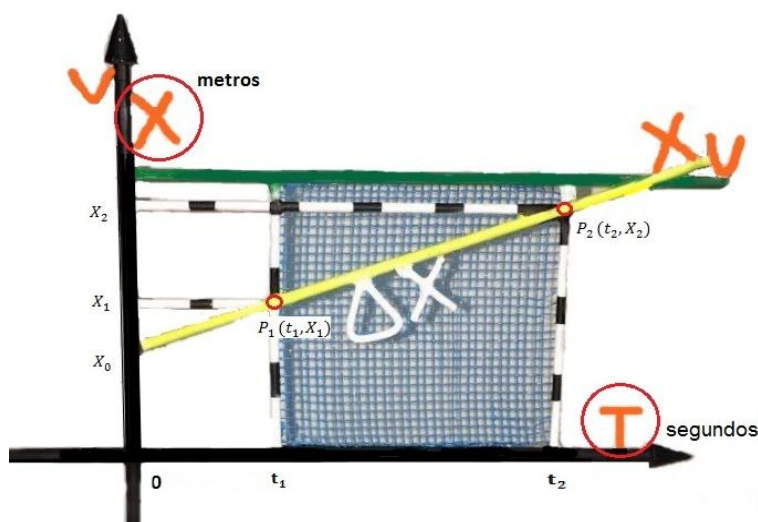
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

**Objetivo:** Desarrollar y aprender la ecuación que rige este sencillo movimiento traslacional. Aplicarla correctamente a la resolución de los problemas propuestos en las actividades. Despertar el interés por este tema y sus aplicaciones en la vida real.

#### INDICACIONES:

A partir del modelo didáctico se busca determinar la ecuación que modela el movimiento de un móvil con MRU. Especifique algunas condiciones en el desplazamiento del móvil, para ello solicite que los estudiantes repliquen la gráfica y coloquen coordenadas en los ejes de tiempo y desplazamiento, deberían obtener algo similar a esto:



El siguiente paso es obtener la pendiente de la recta de desplazamiento, la cual se encuentra representada en color amarillo. De este modo:

$$m = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \text{ recordando que } v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

A partir de la pendiente plantee la ecuación de una recta que corta al eje vertical en un punto de este modo:

$$y = y_0 + mx$$

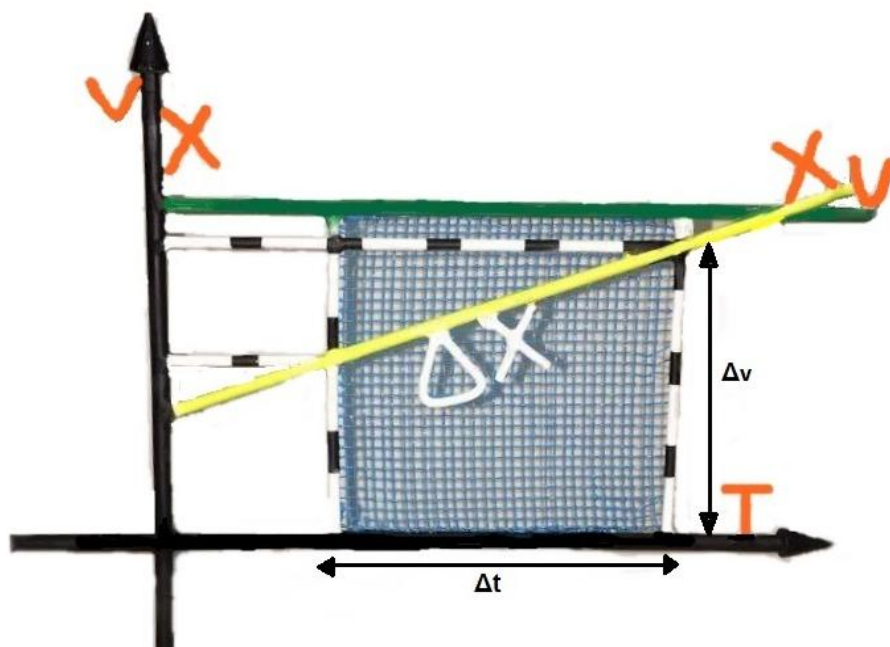
Junto con los estudiantes adapte la ecuación para el caso de la gráfica de desplazamiento. Proponga la siguiente tabla para completar.

Parámetro	Equivalencia
$y$	$X$
$y_0$	$X_0$
$m$	$v$
$x$	$t$

Finalmente determine la ecuación de desplazamiento de un móvil en MRU:

$$X = X_0 + vt$$

A partir del área bajo la curva, analice junto con los estudiantes el desplazamiento en MRU, como se muestra en la maqueta:



$$A = \Delta t * \Delta v$$

$$\Delta X = \Delta t * \Delta v$$



## MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

### MARCO TEÓRICO:

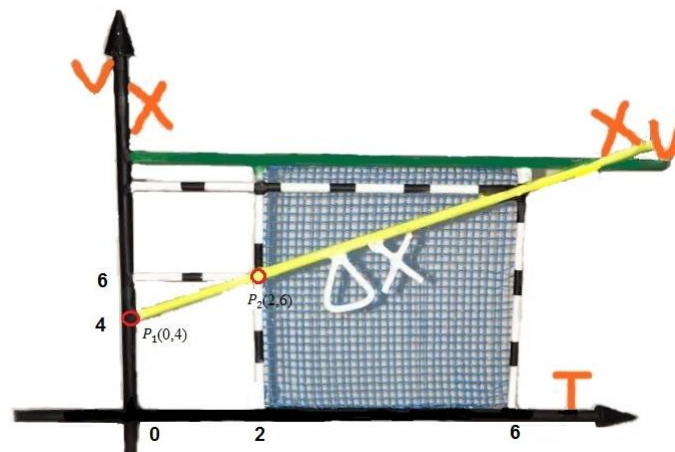
El movimiento de traslación más sencillo que efectúa una partícula se denomina MRU, que se traduce como Movimiento Rectilíneo Uniforme. Inicialmente, el término movimiento implica cambio de posición a lo largo del tiempo; rectilíneo significa que el movimiento ocurre sobre una línea recta; uniforme significa que el vector velocidad lineal permanece constante a lo largo del tiempo, lo cual a su vez conlleva a que el vector aceleración lineal tenga un valor nulo. Ya que se trata de un movimiento rectilíneo se supone que ocurre sobre uno de los ejes del sistema de referencia, concretamente sobre el eje X. Los parámetros cinemáticos que entran en juego en el MRU son los de aceleración, velocidad y desplazamiento lineales.

La ecuación que permite desarrollar los cálculos en el MRU, es:

$$X = X_0 + vt$$

### EJERCICIO MODELO:

Determine el desplazamiento del móvil en el momento que  $t = 6$  s.



### Resolución:

Se obtiene la velocidad del móvil, a partir de la pendiente:  $v = \frac{6-4}{2-0} = 1 \text{ m/s}$

De acuerdo a la ecuación de desplazamiento:

$$X = X_0 + vt$$

$$X(6) = 4 + 1(6) = 10 \text{ m}$$



### ACTIVIDAD:

Una partícula que se mueve con MRU, a  $15 \text{ m/s}$ , pasa por  $x_1 = 45 \text{ m}$  en el instante  $t_1 = 3 \text{ s}$ , ¿Cuál será su coordenada de posición en el instante  $t = 10 \text{ s}$ ?

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

CURVA PARABÓLICA

## TEMAS QUE ABORDA:

- Movimiento de un Proyectoil

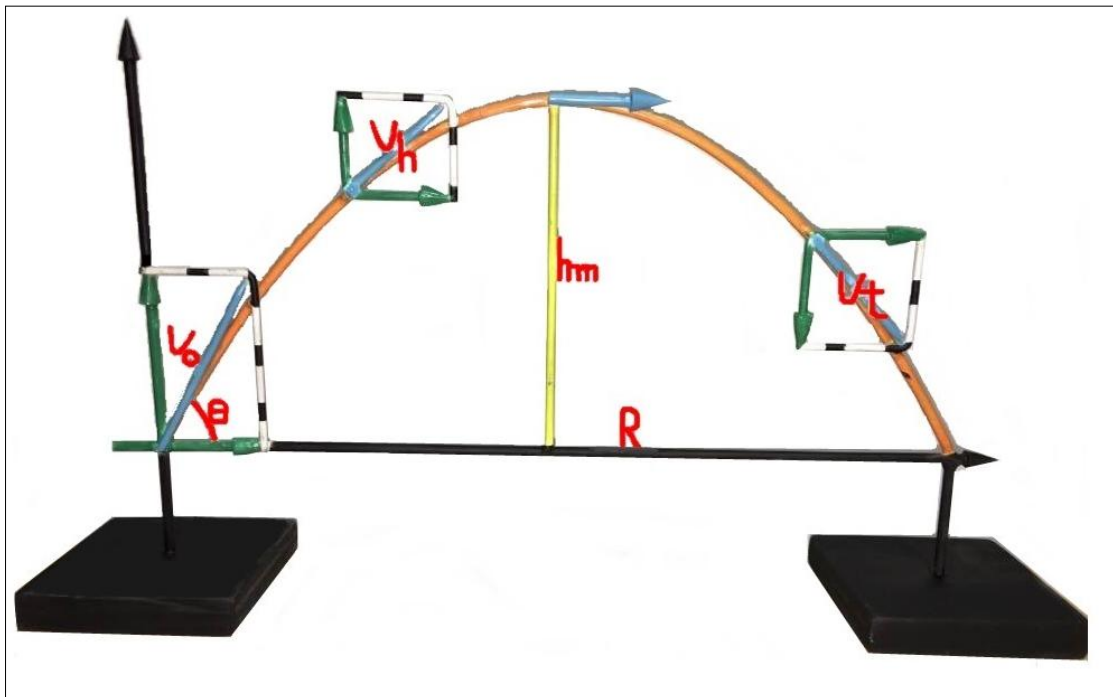


Tabla 3.16

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistema de referencia del proyectil
flechas	alambre galvanizado	azul	4	Vector de velocidad del proyectil
flechas	alambre galvanizado	verde	6	Componentes vectoriales de la velocidad
segmento	alambre galvanizado	amarillo	4	Altura máxima

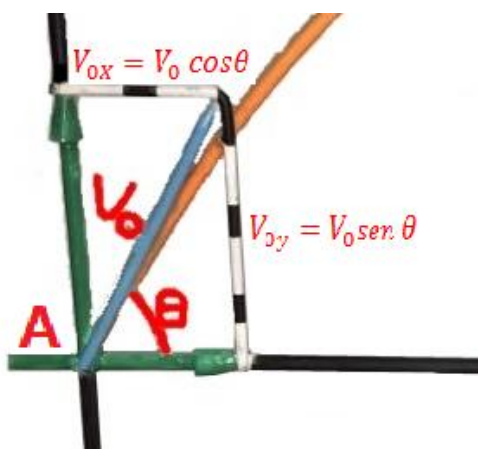


**GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO****MOVIMIENTO DE UN PROYECTIL**

**Objetivo:** Descubrir y aprender los conceptos relacionados con el tema. Aplicar la teoría a la solución de los problemas propuestos en las actividades. Admirar el hecho de que este movimiento es la resultante de dos movimientos ortogonales independientes y muy sencillos.

**INDICACIONES:**

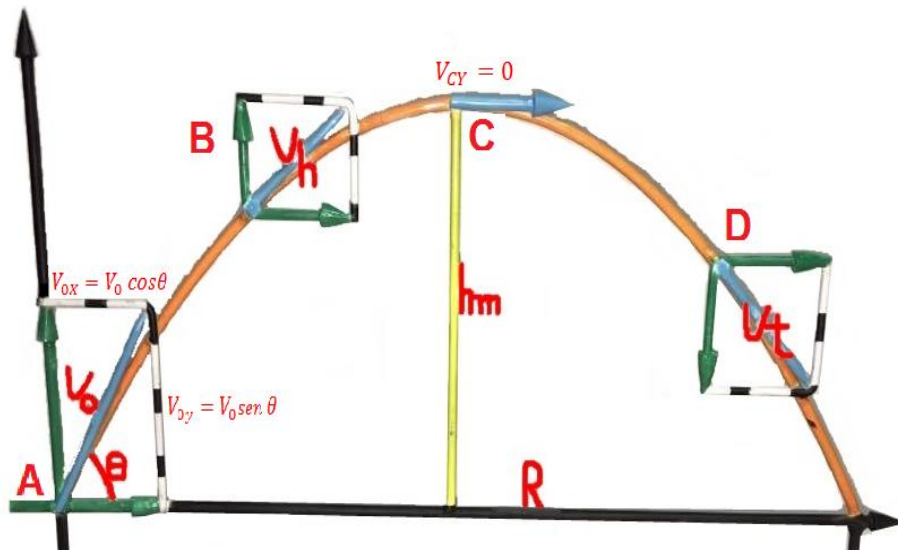
A partir del diagrama inicial del punto A, establezca las velocidades iniciales en x e y que tiene la partícula:



De este modo:

$$\vec{V}_0 = (V_0 \cos \theta) \vec{i} + (V_0 \sin \theta) \vec{j}$$

A partir de la curva parabólica, analice las velocidades de la partícula en movimiento parabólico en las tres instancias señaladas. Construya una tabla con los estudiantes, de este modo:



Puntos	Velocidad en X	Velocidad en Y
A	$\vec{V}_{Ax} = V_{ox}\vec{i}$	$\vec{V}_{Ay} = V_{oy}\vec{j}$
B	$\vec{V}_{Bx} = V_{ox}\vec{i}$	$\vec{V}_{By} = (V_{oy} \pm gt_B)\vec{j}$
C	$\vec{V}_{Cx} = V_{ox}\vec{i}$	$\vec{V}_{Cy} = 0\vec{j}$
D	$\vec{V}_{Dx} = V_{ox}\vec{i}$	$\vec{V}_{Dy} = (V_{oy} \pm gt_D)\vec{j}$

- Establezca el cálculo de la altura máxima a partir del análisis de la partícula en el punto C.

$$V_{Cy}^2 = V_{oy}^2 - 2gh_m$$

Sabiendo que:  $V_{Cy} = 0$

$$2gh_m = (V_0 \text{sen} \theta)^2$$

$$h_m = \frac{V_o^2 \text{sen}^2 \theta_0}{2g}$$

- Determine el tiempo de vuelo:

$$t_s = \frac{V_{cy} - V_0 \sin \theta}{-g}$$

$$t_v = \frac{2V_0 \sin \theta}{g}$$

$$R = V_{ox} \cdot t_v$$

$$R = V_0 \cos \theta \cdot \frac{2V_0 \sin \theta}{g}$$

$$R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

**MOVIMIENTO DE UN PROYECTIL****MARCO TEÓRICO:**

Se denomina proyectil al cuerpo que puede ser lanzado de manera manual o mecánica desde cualquier punto de la tierra. Las condiciones iniciales del movimiento del proyectil no consideran la resistencia del aire y las distancias máximas de altura y desplazamiento horizontal son pequeñas de tal manera que la gravedad es considerada como constante. La curva descrita como parabólica es la composición vectorial de dos movimientos rectilíneos independientes y simultáneos.

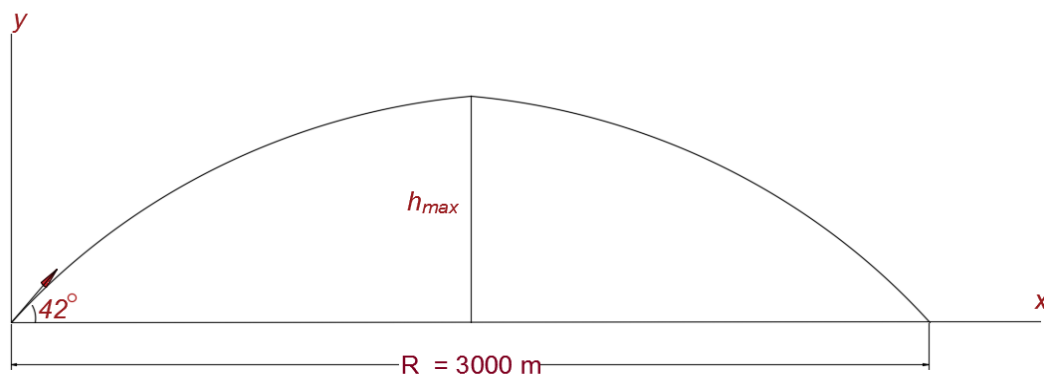
El primer movimiento es horizontal y se trata de un MRU, es decir con velocidad constante.

El segundo movimiento es vertical y se trata de un MRUV, en caída libre, cuya aceleración esta dada por la gravedad terrestre. En resumen se puede establecer que:

$$\text{Mov. Proy} = (MRU)\vec{i} + (MRUV)\vec{j}$$

**EJERCICIO MODELO:**

Un proyectil es disparado en un ángulo de  $42^\circ$  en terreno horizontal. Llega al suelo a 3 km del cañón. Calcule: a) la velocidad inicial del proyectil, b) el tiempo de vuelo, c) la altura máxima, d) la velocidad en el punto de altura máxima.

**Resolución:**

- a) Se obtienen las componentes de la velocidad inicial:

$$V_0 = (V_0 \cos 42^\circ \vec{i} + V_0 \sin 42^\circ \vec{j})$$

- b) Se establecen las ecuaciones de movimiento del proyectil:

$$R = V_{0x} \cdot t_v$$

$$y_f = V_{0y} \cdot t_v - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_v^2$$



$$3000 = V_0 \cos 42^\circ \cdot t_v \quad (1)$$

$$0 = V_0 \sin 42^\circ \cdot t_v - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_v^2 \quad (2)$$

Sustituyendo (1) en (2):

$$0 = V_0 \sin 42^\circ \left( \frac{3000}{\cos 42^\circ} \right) - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \left( \frac{3000}{\cos 42^\circ} \right)^2$$

Donde:

a)  $V_0 = 171,936 \text{ m/s}$

b) Reemplazando en (1):  $t_v = \frac{3000}{171,936 \cdot \cos 42^\circ} = 23,479 \text{ s}$

c)  $h_{\max} = \frac{171,936^2 \cdot \sin^2 42^\circ}{2 \cdot 9,8} = 675,614 \text{ m}$

d)  $V_p = (V_0 \cos 42^\circ \vec{i} + 0 \vec{j}) = (171,936 \cdot \cos 42^\circ \vec{i} + 0 \vec{j})$

$$V_p = (127,773 \vec{i} + 0 \vec{j}) \text{ m/s}$$

#### ACTIVIDAD:



Una manguera de bomberos lanza el agua en un ángulo de  $48^\circ$ . ¿Con qué velocidad debe salir el agua para que el chorro alcance una ventana de un edificio situada a  $18 \text{ m}$  del suelo si el bombero se encuentra a  $20 \text{ m}$  de la base del edificio?

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**CURVA EN EL PLANO**

## TEMAS QUE ABORDA:

- Transformación de coordenadas cartesianas a polares.

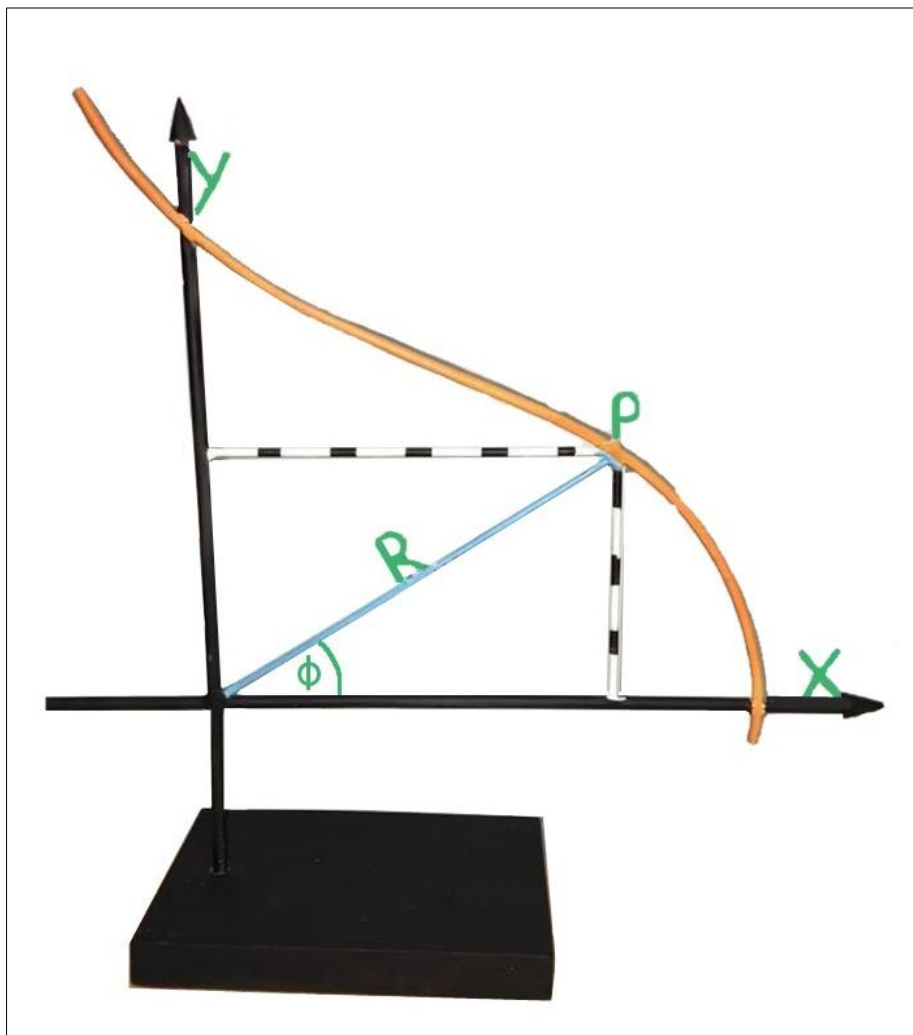




Tabla 3.17

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistema de referencia
curva	alambre galvanizado	naranja	1	Trayectoria Curvilínea
segmento	alambre galvanizado	azul	1	Coordenada radial

## NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

**CURVA EN EL ESPACIO**

## TEMAS QUE ABORDA:

- Transformación de coordenadas cartesianas a esféricas.

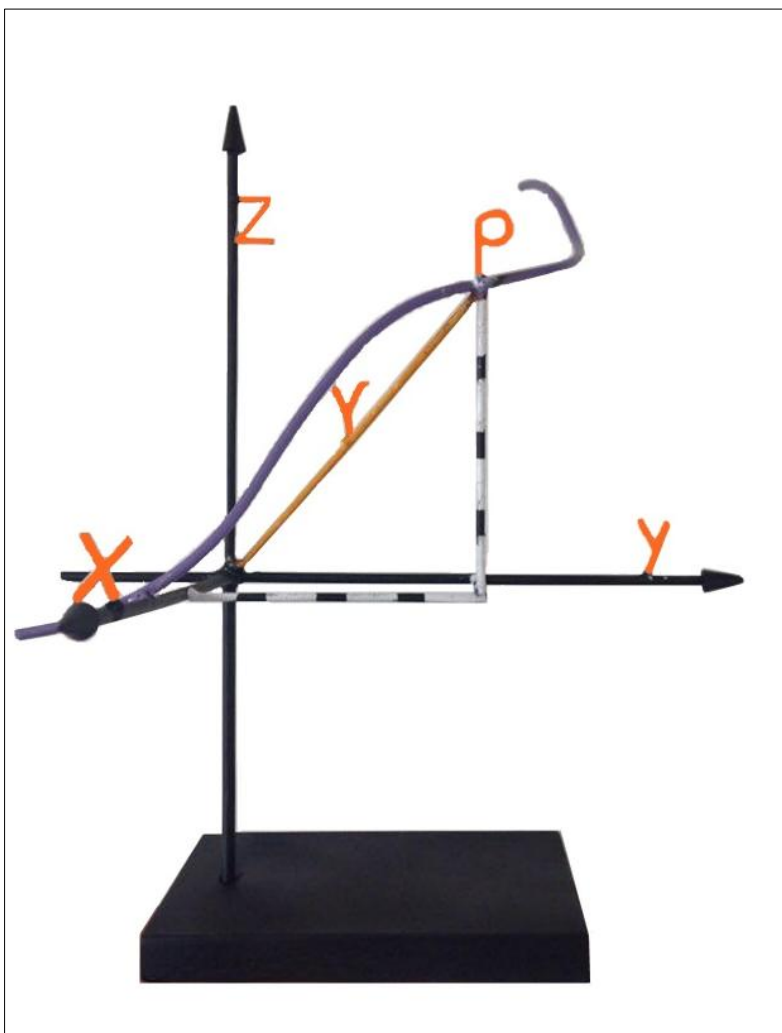






Tabla 3.18

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	3	Sistema de referencia
curva	alambre galvanizado	azul	1	Trayectoria Curvilínea
segmento	alambre galvanizado	naranja	1	Coordenada radial espacial

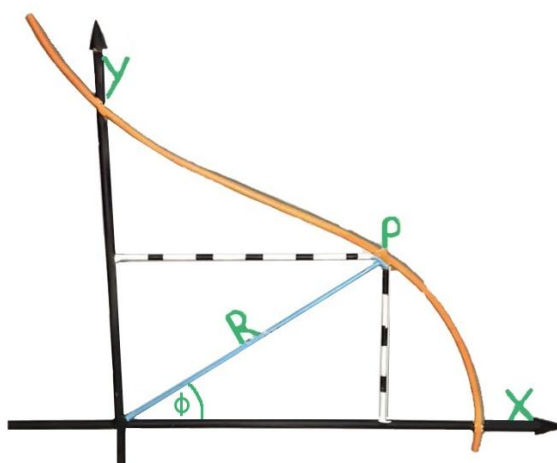
## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### CONCEPTOS DE POSICIÓN, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN LINEALES.

**Objetivo:** Conocer y aprender estos tres conceptos, pues son el cimiento de esta subunidad. Aplicarlos correctamente al desarrollo de los problemas propuestos en las actividades. Despertar el interés y admiración por lo que representan estos conceptos.

#### INDICACIONES:

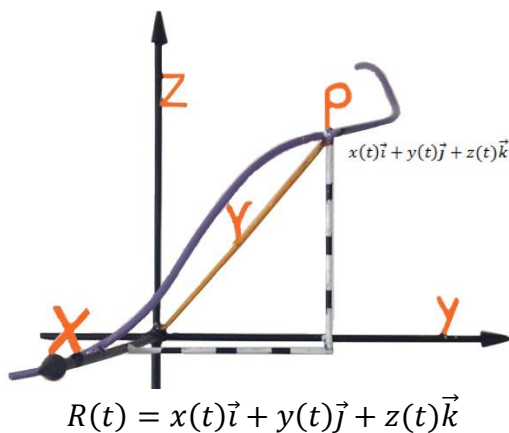
-Analice la curva en dos dimensiones del movimiento lineal. El movimiento refiere al movimiento que tiene la partícula en una curva de coordenadas x e y. Para los casos en los que x e y están en función del tiempo, la situación resulta:



De este modo la posición de la partícula queda determinada por:

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} = R(t)\vec{u}_R + \Phi(t)\vec{u}_\phi$$

-Analice la curva en tres dimensiones del movimiento lineal. El movimiento refiere al movimiento que tiene la partícula en una curva de coordenadas x, y, z. Para los casos en los que x, y, z están en función del tiempo, la situación resulta:



$$R(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

**CONCEPTOS DE POSICIÓN, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN LINEALES.****MARCO TEÓRICO:****Posición Lineal:**

Hace referencia a la localización de una partícula, lo cual se expresa mediante una o más coordenadas que la ubican con respecto a un observador o marco de referencia en un instante cualquiera, aunque en la práctica es mejor utilizar el “vector posición”, el cual parte desde el origen del sistema de referencia utilizado y llega hasta el punto P en el que se encuentra la partícula. De este modo:

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

Generalmente, la posición de una partícula puede depender del tiempo, por ejemplo:

$$\vec{r}(t) = 2t\vec{i} + (4 - t)\vec{j} + t^2\vec{k}$$

**Velocidad Lineal:**

Es la razón entre el cambio de posición lineal de una partícula y el intervalo de tiempo requerido para efectuar dicho cambio. Cuando el intervalo de tiempo es grande, mayor a 0,1s, por lo general se habla de velocidad media.

$$\overline{\vec{v}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \bar{v}_x\vec{i} + \bar{v}_y\vec{j} + \bar{v}_z\vec{k}, \text{ velocidad media}$$

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}, \text{ velocidad instantánea}$$

**Aceleración Lineal:**

De manera similar, la aceleración lineal es la razón entre el cambio de velocidad lineal de una partícula y el intervalo de tiempo requerido para efectuar dicho cambio. Cuando el intervalo de tiempo es grande, mayor a 0,1s, por lo general se habla de aceleración media.

$$\overline{\vec{a}} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \bar{a}_x\vec{i} + \bar{a}_y\vec{j} + \bar{a}_z\vec{k}, \text{ aceleración media}$$

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}, \text{ aceleración instantánea}$$



### EJERCICIO MODELO:

Una partícula se mueve en el espacio según  $x = 3t^2 - 8$ ;  $y = -4t^2$ ;  $z = 2t + 7$ . Determine:  
a) la posición lineal para  $t = 2s$ .

### Resolución:

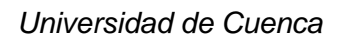
$$\vec{r}(2) = (3(2)^2 - 8)\vec{i} - 4(2)^2\vec{j} + (2(2) + 7)\vec{k}$$

$$\vec{r}(2) = 4\vec{i} - 16\vec{j} + 11\vec{k}$$



### ACTIVIDAD:

Del ejercicio anterior determine la velocidad instantánea para  $t=2$  s.



## VECTORES EN EL MOVIMIENTO ANGULAR

➤ **Conceptos de posición, velocidad y aceleración angular.**





Tabla 3.19

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANT.	REPRESENTA
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistema de referencia
curva	alambre galvanizado	naranja	1	Trayectoria Circular
segmento	alambre galvanizado	amarillo	1	Vector posición angular
segmento	alambre galvanizado	azul	1	Vector velocidad angular
segmento	alambre galvanizado	verde	1	Vector aceleración angular

## GUÍA DE USO PARA EL MAESTRO

### **CONCEPTOS DE POSICIÓN, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN ANGULARES.**

**Objetivo:** Conocer y aprender estos tres conceptos que son la base para el estudio de esta subunidad. Aplicarlos correctamente al desarrollo de los ejercicios y problemas propuestos en las actividades. Valorar la importancia de estos conceptos.

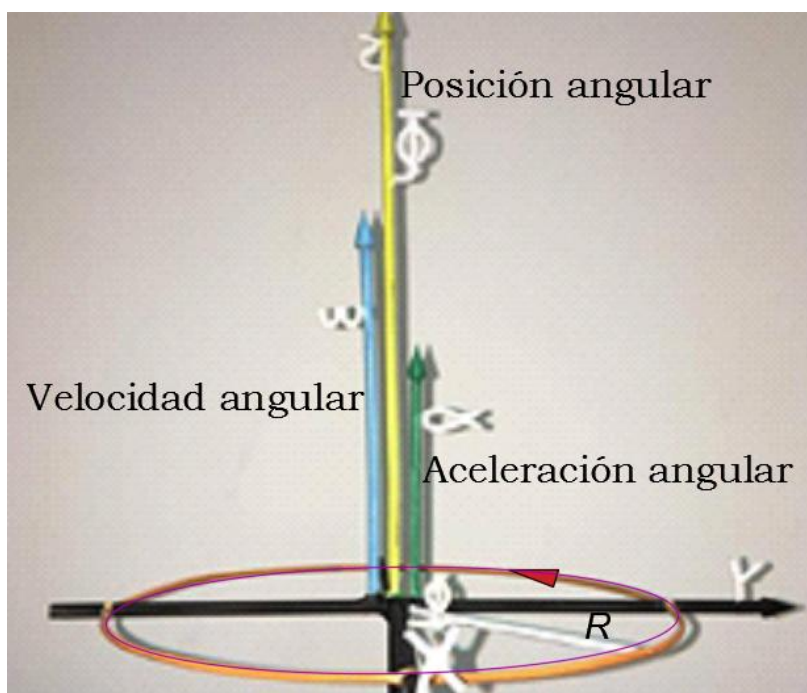
#### **INDICACIONES:**

- Utilice la maqueta para representar la posición, la velocidad y las aceleraciones angulares como vectores. Aplique la regla de la mano derecha para establecer la dirección de los vectores.

$$\vec{\phi} = \phi \vec{k}$$

$$\vec{\omega} = \frac{\Delta \vec{\phi}}{\Delta t} \vec{k}$$

$$\vec{\alpha} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} \vec{k}$$





**CONCEPTOS DE POSICIÓN, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN ANGULARES.****MARCO TEÓRICO:****Posición Angular:**

La posición angular se define como el ángulo de desplazamiento que tiene una partícula respecto a una línea de referencia. Al desplazarse la partícula queda ubicada en el punto P de coordenadas  $(R, \phi)$ . La coordenada  $R$  indica la distancia, la cual es siempre positiva, desde el origen hasta el punto P. Por otro parte, la coordenada  $\phi$ , indica la posición angular medida en sentido anti horario.

**Velocidad Angular:**

Se define como la variación de posición angular con respecto a un intervalo de tiempo. Si el intervalo de tiempo es grande o pequeño se establece una velocidad angular promedio e instantánea, respectivamente. De este modo:

$$\vec{\omega} = \frac{\Delta \vec{\phi}}{\Delta t} = \frac{\vec{\phi}_2 - \vec{\phi}_1}{\Delta t}; \quad \vec{\omega} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\phi}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\phi}_2 - \vec{\phi}_1}{\Delta t}$$

**Aceleración Angular:**

Se define como la variación de la velocidad con respecto a un intervalo tiempo. Si el intervalo de tiempo es grande o pequeño se establece una aceleración angular promedio e instantánea, respectivamente. De este modo:

$$\vec{\alpha} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} = \frac{\vec{\omega}_2 - \vec{\omega}_1}{\Delta t}; \quad \vec{\alpha} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{\omega}_2 - \vec{\omega}_1}{\Delta t}$$

**EJERCICIO MODELO:**

La posición de una partícula se define mediante  $R(t) = 3t^3$ ;  $\phi(t) = 4t$ . Determine: a) las coordenadas polares de su posición en  $t_1 = 5$  s y  $t_2 = 9$  s y b) su velocidad angular media para el intervalo comprendido entre en  $t_1 = 5$  s y  $t_2 = 9$  s y c) su velocidad angular para  $t = 5$  s.

a)  $R(5) = 3(5)^3 = 375$ ;  $\phi(5) = 4(5) = 20$ ,  $P(375 \text{ m} ; 20 \text{ rad})$

$R(9) = 3(9)^3 = 2187$ ;  $\phi(9) = 4(9) = 36$ ,  $P(2187 \text{ m}, 36 \text{ rad})$

b)  $\vec{\omega} = \frac{\Delta \vec{\phi}}{\Delta t} = \frac{\vec{\phi}(9) - \vec{\phi}(5)}{9 - 5} = 4 \vec{k} \text{ rad/s}$

c)  $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\phi}}{dt} = 4 \vec{k} \text{ rad/s}$

d)



**ACTIVIDAD:**

La posición de una partícula se define mediante  $R(t) = 14 + 2t^3 - 3t^2$ ;  $\phi(t) = 2t^2 - 6t$ . Determine: a) las coordenadas cartesianas de su posición en  $t_1 = 3 \text{ s}$  y  $t_2 = 8 \text{ s}$ , b) su velocidad angular media para el intervalo comprendido entre  $t_1 = 3 \text{ s}$  y  $t_2 = 8 \text{ s}$ , c) su velocidad angular para  $t = 6 \text{ s}$ .



## CONCLUSIONES

Una propuesta educativa apoyada en el constructivismo resulta fundamental al momento de elaborar nuevas herramientas educativas en las que se busque implementar algún elemento innovador. En el constructivismo se puede hallar diversas metodologías interesantes como los modelos físicos, que han sido coherentes con el enfoque de la propuesta.

Los modelos físicos se han constituido en representaciones muy acertadas acerca de lo que el ser humano observa en la naturaleza. En el ámbito pedagógico, un modelo físico lo constituye la maqueta el evento físico y el respectivo modelo matemático. El uso de la maqueta con el fin de indagar e inferir el modelo matemático implícito en la maqueta es la línea de ruta para el estudio de la Física.

En el trabajo de las encuestas, se visibilizó las inquietudes de los estudiantes acerca del uso de nuevos recursos didácticos. Ellos han estado de acuerdo en la necesidad de impulsar propuestas para trabajar las Físicas colegiales a partir de material didáctico. No obstante, ellos señalan hacia otros factores claves como la didáctica del docente y sus estrategias.

La propuesta elaborada en el capítulo III del presente trabajo ha incorporado diversos aspectos en los que se ha indicado la manera de usar cada material didáctico. Siempre resultará importante que el docente pueda implementar ciertas pautas propias que permitan mejorar el uso del material didáctico.



## **RECOMENDACIONES**

Las Físicas colegiales son la base de todo el estudio posterior de la Física y mejorarlas se convierte en una prioridad el mejorar su calidad, con el fin de obtener resultados más halagadores en el campo del aprendizaje científico. Por consiguiente, resulta importante que esta primera generación de tesis orientadas a la construcción de material y diseño de guías pueda promoverse hacia otros estudiantes.

Transmitir contenidos científicos representa diversas dificultades, como se ha podido observar. Resultaría positivo promover la creación de mayor literatura concerniente a este tema, pues no solamente son los materiales, pero otros recursos de la pedagogía, los que puedan dar nuevas opciones al docente de Física.




## Bibliografía

- ASAJ. (2007). *Física primer tomo*. Cuenca: Centro de publicaciones de Filosofía de la Universidad de Cuenca.
- Cakir, M. (2008). Constructivist Approaches to Learning in Science and Their Implications for Science Pedagogy. *International Journal of Enviromental & Science Education*, 193 - 206.
- Cakir, M. (2008). Constructivist Approaches to Learning in Science and Their Implications for Science Pedagogy: A Literature Review. *International Journal of Enviromental & Science Education*, 193 - 206.
- Colianvaux, D., & Franco, C. (2000). Developing models in science education.
- Duit, R. (1996). The Constructivist view of science education - what it has to offer and what should not be expected from It. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, 40-75.
- Gundem, B. (1998). *Didaktik and/or curriculum*.
- Ileana, M., & Moreira, M. (1998). MODELOS MENTALES, MODELOS CONCEPTUALES Y MODELIZACIÓN. *Ensino de Ciencias*, 107-120.
- Ornek, F. (2008). Models in Science Education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 35-45.
- Tamir, P. (1983). Inquiry and The Science Teacher. *Science Education*, 657 - 672.
- Wandersee, H., J. M., & Novak, D. (1994). Research on alternative conception in Science. *Handbook on research on Science, teaching and learning*, 177-210.
- Wieman, C. (2007). La Educación Científica en el siglo XXI, USAR LAS HERRMIENTAS DE LA CIENCIA PARA ENSEÑAR CIENCIA. *FORUM FUTURES*, (págs. 61 - 64). Colorado.



## ANEXOS

 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	<b>ESCUELA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA</b> Encuesta para desarrollar el trabajo previo a la obtención del título de graduación
<p>- Señor o señorita estudiante, la siguiente encuesta servirá como información clave para la propuesta de implementación de material didáctico en la asignatura de Física I.</p> <p>- Conteste las preguntas con responsabilidad y sinceridad.</p> <p>- La información proporcionada en esta encuesta será empleada exclusivamente para fines educativos. Se respetará el anonimato.</p>	

### DATOS INFORMATIVOS

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Ciclo: \_\_\_\_\_ Edad (años): \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Sexo: F\_\_\_\_ M\_\_\_\_

### b) BANCO DE PREGUNTAS

1. Usted realiza las tareas encomendadas por su maestro dentro y fuera del salón de clase.

SIEMPRE	
CASI SIEMPRE	
A VECES	
RARA VEZ	
NUNCA	

2. ¿Cuánto tiempo por día dedica usted para ampliar su conocimiento en el área de la física?

(0 a 1) hora	
(1 a 2) horas	
(2 a 3) horas	
3 horas o más	

3. En la educación secundaria usted estudió la materia de Física I.

SÍ	
NO	



4. En sus estudios de secundaria, ¿cuántas horas de Física tenía por semana?

(0 a 2) horas	
(3 a 6) horas	
(6 o más) horas	

5. ¿Cree usted que es capaz de resolver ejercicios de Física 1 de una manera ágil y rápida?

SÍ	
NO	

6. ¿Tiene Usted facilidad para comparar un ejercicio de Física I con la vida diaria?

SÍ	
NO	

7. ¿Cuál cree usted que es su nivel de comprensión de los temas que ha estudiado en Física I?

BAJO	
MEDIO	
ALTO	

8. En el momento en que el docente imparte su clase, usted consulta sus dudas sin temor.

SIEMPRE	
CASI SIEMPRE	
A VECES	
RARA VEZ	
NUNCA	

9. El docente asigna un tiempo de su clase para despejar dudas e inquietudes de los estudiantes.

SÍ	
NO	



**10. Considera usted que existe respeto en el aula de clases.**

SÍ	
NO	

**11. El docente hace comparaciones del tema estudiado con actividades de la vida diaria.**

SIEMPRE	
CASI SIEMPRE	
A VECES	
RARA VEZ	
NUNCA	

**12. El docente utiliza la creatividad al momento de efectuar la clase.**

SIEMPRE	
CASI SIEMPRE	
A VECES	
RARA VEZ	
NUNCA	

**13. El docente colabora con tutorías para el estudiante.**

SÍ	
NO	

**14. El docente está presto para colaborar con el estudiante en tareas planteadas en clase.**

SIEMPRE	
CASI SIEMPRE	
A VECES	
RARA VEZ	
NUNCA	

**15. Dentro del aula de clase el maestro utiliza material didáctico para lograr una mayor comprensión en sus alumnos.**

SIEMPRE	
---------	--



CASI SIEMPRE	
A VECES	
RARA VEZ	
NUNCA	

**16. Es de ayuda para su comprensión el uso de material didáctico por parte del maestro.**

SÍ	
NO	

**17. ¿Considera usted que el uso de material didáctico en el aula de clase facilita la comprensión en la asignatura de Física I?**

SÍ	
NO	

**18. De los siguientes materiales, ¿cuál o cuáles considera usted que le será de mayor utilidad para su aprendizaje?**

MATERIAL CONCRETO	
MATERIAL MANIPULABLE	
MATERIAL AUDIOVISUAL	
MATERIAL IMPRESO	